

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava

Fakulta bezpečnostního inženýrství

Katedra požární ochrany a ochrany obyvatelstva

**Využití kamerových systémů k detekci lesních
požárů v podmínkách Ústeckého kraje**

Student: Jan Rudolf

Vedoucí diplomové práce: Ing. Roman Franci

Studijní obor: Technika požární ochrany a bezpečnosti průmyslu

Datum zadání diplomové práce: 17. října 2007

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2008

Místopřísežné prohlášení

„Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci na téma Využití kamerových systémů k detekci lesních požárů v podmínkách Ústeckého kraje vypracoval samostatně.“

V Ústí nad Labem 14. 4. 2008

ANOTACE

Rudolf, J. *Využití kamerových systémů k detekci lesních požárů v podmínkách Ústeckého kraje* Ostrava: VŠB – TU, 2008. 55 s., 14 s. příloh. Diplomová práce.

Klíčová slova: lesní požáry, detekce kouře, kamerové systémy.

Diplomová práce se zabývá využitím kamerových systémů k detekci lesních požárů. V úvodní části je provedena charakteristika lesních požárů včetně jejich statistického vyhodnocení a popis současného zabezpečení prevence a likvidace lesních požárů v ČR. Dále se autor zabývá novými trendy v oblasti detekce a monitoringu lesních požárů ve světě a EU a popisem ve světě dvou nejrozšířenějších kamerových systémů. V diplomové práci je vyhodnocen testovací provoz kamerového systému a v závěru je provedeno posouzení praktického využití a vypracován návrh na realizaci aplikace kamerových systémů v podmínkách Ústeckého kraje.

ANNOTATION

Rudolf, J. *The Utilization of Camera Systems for Forest Fire Detection under Conditions of the Usti nad Labem Region* Ostrava: VSB – TU, 2008. 55 pp., 14 pages of supplements. Diploma thesis.

Key Words: Forest Fire, Smoke detection, Camera systems.

The diploma thesis solves a usage of camera systems by the detection of forest fires. In introductory part are defined the forest fires with their statistically evaluation and description of the contemporary security prevention and forest fires suppression in the Czech Republic. As the next theme the author solves new trends in the area of detection and monitoring of forest fires in the world and the European Union. The diploma thesis describes two most widespread camera systems in the world. The thesis also analyses the test mode of the evaluated camera system and the close is reviewed by the practical application. There is also a concept of a project with realization of the camera system application under conditions of the Usti nad Labem region.

Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat všem, kteří mi vyšli vstříc při získávání informací pro zpracování diplomové práce: společnosti IQ Wireless GmbH, Berlin, firmě HSF Telekomunikace s.r.o. a Ing. Tomáši Metzovi za poskytnuté materiály, zapůjčení zařízení FireWatch ke zkušebnímu provozu a poskytování servisní činnosti, HZS Ústeckého kraje za vytvoření podmínek ke zkušebnímu provozu, kpt. Bc. Pavlu Lukešovi a pplk. Ing. Vladimíru Vonáskovi za poskytnutí statistických dat a plk. Ing. Romanu Franclovi a Bc. Oldřichu Gosmanovi za rady a připomínky při zpracovávání diplomové práce.

Jan Rudolf

Obsah

Obsah	1
Úvod.....	2
1. PROBLEMATIKA LESNÍCH POŽÁRŮ	3
1.1. Základní dělení a charakteristika lesních požárů	3
1.2. Postoj EU k problematice prevence lesních požárů.....	5
1.3. Lesní požáry v ČR.....	6
1.4. Lesní požáry v Ústeckém kraji.....	8
1.4.1. Charakteristika území	8
1.4.2. Lesní požáry v Ústeckém kraji za poslední období	9
2. ZABEZPEČENÍ PREVENCE A HAŠENÍ LESNÍCH POŽÁRŮ V ČR	14
2.1. Letecká hasičská služba	14
2.2. Hasičský záchranný sbor – informační podpora a metodika v oblasti lesních požárů	16
3. NOVÉ TECHNOLOGIE K DETEKCI LESNÍCH POŽÁRŮ	18
3.1. Využití družicových systémů.....	18
3.2. Využití družicových a informačních systémů v EU	19
3.3. Hlídková činnost	22
4. KAMEROVÉ SYSTÉMY K DETEKCI LESNÍCH POŽÁRŮ	23
4.1. Systém FireWatch	23
4.1.1. Popis systému.....	23
4.1.2. Monitorovací věže.....	25
4.1.3. Dohledová střediska	27
4.1.4. Software FireWatch	27
4.2. Systém ForestWatch	29
4.2.1. Popis systému.....	29
4.2.2. Monitorovací věže.....	30
4.2.3. Dohledová střediska	32
4.2.4. Software ForestWatch	32
4.3. Porovnání systémů ForestWatch a FireWatch	34
5. TESTOVACÍ PROVOZ SYSTÉMU FIREWATCH	37
6. NÁVRH VYUŽITÍ KAMEROVÝCH SYSTÉMŮ K DETEKCI LESNÍCH POŽÁRŮ V ÚSTECKÉM KRAJI.....	43
6.1. Stanovení plochy určené k monitoringu a detekce kouře	43
6.2. Výběr vhodných lokalit a stanovení potřebného množství monitorovacích věží	43
6.2.1. Ideální varianta pokrytí území	44
6.2.2. Varianta dostatečného pokrytí území.....	45
6.2.3. Stanovení počtu dohledových středisek	47
6.2.4. Stanovení přibližných nákladů a možnosti financování.	48
Závěr	50
Seznam použité literatury	52
Použité zkratky.....	54
Seznam příloh	55

Úvod

Hlavním záměrem, který vedl ke zpracování této diplomové práce, je skutečnost, že je v Evropě i ve světě v poslední době věnována detekci lesních požárů pomocí kamerových systémů stále větší pozornost (Austrálie, Kanada, Řecko, Německo). V ČR není tento způsob technického řešení prevence rozsáhlých lesních požárů v současné době v rutinním provozu využíván a o problematice využití kamerových systémů k detekci lesních požárů v ČR nebylo, vzhledem k negativní rešerši, dosud dostatečně publikováno.

V úvodní části je v rámci řešení úkolu provedena charakteristika problematiky lesních požárů, postoj EU k dané problematice a dále je proveden popis a statistické vyhodnocení oblasti lesních požárů v ČR a Ústeckém kraji. Následně je popsán současný stav v oblasti zabezpečení prevence, detekce a likvidace lesních požárů v ČR.

V další části jsou uvedeny příklady využití komunikačních a informačních technologií k vyhodnocování dlouhodobých a krátkodobých rizik, vyhodnocování rozsahu ohrožení, detekci a monitoringu lesních požárů ve světě a EU. Popsány jsou možnosti využití družicových systémů, informačních systémů i nové trendy hlídkové činnosti zabezpečované leteckou technikou.

Cílem práce je posouzení možnosti praktického využití kamerového systému a vypracování návrhu realizace aplikace tohoto systému v podmínkách Ústeckého kraje. Z tohoto důvodu je dále proveden popis a charakteristika dostupných kamerových systémů, porovnání jejich základní struktury a aplikačního programového vybavení. Vzhledem k možnosti provedení testování funkčnosti systému FireWatch v konfiguraci jedna detekční jednotka a vyhodnocovací software dohledového střediska jsou v další části podrobněji popsány a vyhodnoceny poznatky z testovacího provozu systému u HZS Ústeckého kraje.

V závěru je zpracován návrh na využití kamerových systémů pro detekci lesních požárů v podmínkách Ústeckého kraje.

1. PROBLEMATIKA LESNÍCH POŽÁRŮ

Lesní požáry jsou významným jevem, který postihuje lesy v mnoha zemích světa v až katastrofálních měřítcích. Každý rok promění přes 50 000 požárů průměrně půl milionu hektarů lesa v popel a zapříčiní enormní ztráty, ať už na lidských životech či na životním prostředí. Požáry způsobují značné společenské sociálně - ekonomické škody, ohrožují životy lidí, domy a sídla, ničí obrovské materiální hodnoty, produkční i mimoprodukční funkce lesů. Celkové škody a uchráněné hodnoty by byly, oproti obecně uváděným statistikám, vyšší při zahrnutí mimoprodukčních funkcí lesa. Dochází k nim rovněž tehdy, je-li postižená plocha ihned zalesněna a funkce lesa jako obnovitelného zdroje začínají v relativně krátké době opět působit. Problém lesních požárů je v Evropě považován za tak kritický, že k jeho analýze a řešení slouží rozsáhlé mezinárodní projekty.

1.1. Základní dělení a charakteristika lesních požárů

Základní dělení lesních požárů [1] :

- **podzemní** - požáry rašeliny nebo vrstvy hlubokého humusu projevující se skrytým hořením pod vrstvou hrabanky;
- **pozemní** - požár půdního krytu (hrabanka, tráva, mech);
- **korunový (vysoký)** - požár ve větvích stromů, který nastává přechodem z pozemního požáru, když se oheň dostane k větvím a zapálí je; tento druh požáru je nejnebezpečnější (zejména u jehličnanů) a má nejvyšší rychlost šíření.

Počet a charakter lesních požárů je ovlivňován množstvím faktorů klimatické, přírodně porostní a společenské povahy. Z klimatických faktorů jsou důležité vlhkost vzduchu, půdy a porostů, teplota, rychlost a směr větru; z přírodně porostních poměrů dřevinná skladba, porostní struktura, věk porostů, stav podrostu a půdní typ. Podstatné jsou i společenské faktory – legislativa, chování obyvatel, úroveň a způsoby obhospodařování a stav lesa. V různých zemích je váha faktorů působících na riziko vzniku lesních požárů, jejich průběh, likvidaci a škody různá.

V ČR se na vysokém počtu lesních požárů v rozhodující míře podílí lidská neopatrnost. Jedná se většinou buď o nedbalost při rozdělávání ohně nebo k požáru dojde kvůli odhození nedostatečně uhašených nedopalků cigaret. Bohužel se vyskytují i případy úmyslně způsobených požárů v lesích. Situaci zhoršuje vysoký počet lidí, kteří

se o prázdninách a dovolených pohybují v lese, čímž se nebezpečí vzniku požáru zvyšuje.

Lesní požáry se vyznačují rychlým šířením požáru na velkých plochách, které může vést k obklopení nasazených sil a prostředků a návštěvníků lesa. Likvidace požáru je zdlouhavá, nelze zcela vyloučit nové rozhoření ze skrytých míst hoření a musí být zabezpečen dohled proti opětovnému rozhoření. Charakteristickým znakem lesních požárů v našich podmínkách je členitý, těžko přístupný terén, což znamená značné komplikace pro zasahující jednotky.

Z výše uvedených skutečností vyplývá, že **průběh a taktiku hašení lesních požárů ovlivňují zejména:**

- klimatické podmínky;
- relativní vlhkost vzduchu, množství srážek (dlouhotrvající sucho);
- směr, síla a rychlost větru;
- délka a intenzita slunečního záření a venkovní teplota;
- hořlavost lesních porostů podle druhu dřeviny a stáří;
- půdní kryt a konfigurace terénu včetně přírodních překážek;
- dostupnost pro požární techniku a vzdálenost vodních zdrojů.

Zasahující jednotky musí při lesních požárech počítat s následujícími komplikacemi:

- u požárů ve vegetačním období je nebezpečí způsobení škod zásahem na sousedících polích v důsledku zajištění příjezdu na místo zásahu (zajistit dokumentaci škod);
- uvíznutí požární techniky na nedostatečně únosném povrchu nebo polních a lesních cestách;
- zasažení sil a prostředků požárem při náhlé změně směru nebo síly větru nebo při nesprávném umístění požární techniky;
- přítomnost elektrického vedení - nebezpečí úrazu elektrickým proudem;
- poškození hadicového vedení, nedostatek hadic;
- nedostupnost požáru mobilní požární technikou, možná změna průjezdnosti terénu během zásahu;
- fyzicky náročné přesunování na velké ploše;
- velké nároky na síly a prostředky, stravování, pohonné hmoty a hasební vodu při dlouhotrvajícím zásahu, zvýšená poruchovost požární techniky;

- nebezpečí ztráty orientace ve složitém terénu a v noci;
- nebezpečí výbuchu munice ve vojenských prostorech;
- nebezpečí padajících kamenů, odštěpujících se částí skal na příkrých stráních;
- vznik komínového efektu na příkrých stráních;
- nutnost dohledu proti opětovnému rozhoření a problému s jeho zajištěním.

1.2. Postoj EU k problematice prevence lesních požárů

Od osmdesátých let EU podporuje snahy členských států o uplatnění všech stupňů boje s lesními požáry: prevenci, hašení i obnovu. Lesní požáry závažně poškozují lesy a jejich funkce ekonomické, ekologické i společenské. Společné aktivity proti nim mohou působit lépe a účinněji [2].

Jeden z nejnovějších nástrojů v tomto smyslu představuje Nařízení Rady a Evropského Parlamentu (EC) č. 2152/2003 ze 17. 11. 2003 o monitorování lesů a o interakcích prostředí ve Společenství (tzv. Forest Focus). Toto nařízení nahrazuje dvě předcházející nařízení zaměřená na ochranu lesů Společenství a začleňuje je do nového schématu se širším přístupem k ochraně. Nové schéma se skládá ze dvou propojených pilířů: z monitorování zdravotního stavu lesů a z prevence lesních požárů. V případě lesních požárů je třeba připomenout, že schéma představuje pokračování Nařízení (EEC) č. 2158/92 o ochraně lesů Společenství před lesními požáry se zaměřením na prevenci a přirozeně doplňuje opatření o lesních požárech, zavedená v této oblasti díky Nařízení EC č. 2157/1999 ze 17. 5. 1999 o rozvoji venkova.

Forest Focus se zaváděl prostřednictvím národních programů předkládaných členskými státy EU v letech 2003-2004 a 2005-2006. Evropská komise tyto programy upravila a schválila rozhodnutími Komise pro roky 2003-2004, 2005 a 2006 v souladu s finančními pravidly EU. Do realizace opatření pro prevenci lesních požárů jsou zapojeny země, které již realizovaly předchozí projekt (Francie, Německo, Řecko, Itálie, Portugalsko a Španělsko), Finsko a některé nové členské státy, které přistoupily k EU a zapojily se do projektu v roce 2004 (Kypr, Estonsko, Maďarsko, Polsko, Slovensko a Slovinsko).

Nařízení Forest Focus se zaměřuje hlavně na monitorování lesů a na související sbírání dat. Ohledně požárů nabízí stejný rozsah opatření proti lesním požárům, již spolufinancovaných podle předchozího projektu, za předpokladu, že nejsou zahrnuty do programů rozvoje venkova předkládaných členskými zeměmi.

Zatím nejvýznamnější úspěch Nařízení představuje pravděpodobně kontinuální plnění, zlepšování a rozšiřování databáze lesních požárů, úplného a jedinečného souboru informací o požárech v EU za poslední desetiletí a její propojení do EFFIS (the European Forest Fires Information System), Evropského informačního systému o lesních požárech, pro další využití jejího potenciálu.

Opatření pro prevenci realizovaná členskými státy mohou být obecně rozdělena do dvou hlavních skupin: „intelektuální“ opatření (kampaně informování veřejnosti a specializovaný výcvik) a „terénní“ opatření související s investicemi do infrastruktury (např. protipožární pruhy, vodní body) a monitorováním lesních požárů, spolufinancované jen tehdy, pokud již nejsou pokryty programy pro rozvoj venkova.

Po ukončení projektu, tedy po konci roku 2006, jsou opatření spolufinancovaná z Forest Focus a související s monitorováním a informacemi převzata a pokračují jako LIFE+, nový finanční nástroj pro životní prostředí, kde se očekává důležitý informativní význam. Boj s lesními požáry by měl pokračovat a být doplněn opatřeními směřujícími do infrastruktury a obnovy, spolufinancovanými z nového Nařízení pro rozvoj venkova (Nařízení Komise č. 1698/2005 z 20. 9. 2005) a z některých spolufinancujících fondů z nového strukturálního fondu.

1.3. Lesní požáry v ČR

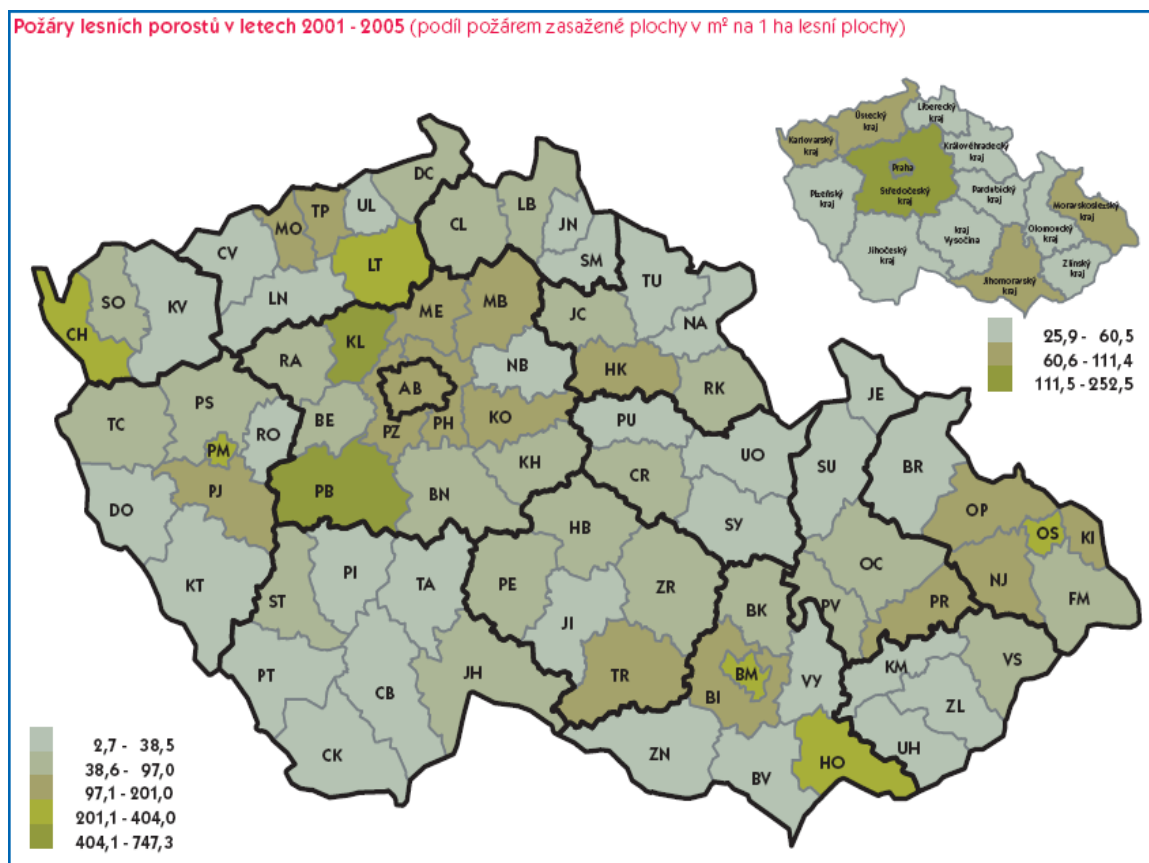
ČR nemá takové problémy s lesními požáry jako v oblasti Středomoří, ani jako v zemích se srovnatelným přírodně-porostním charakterem a klimatem (např. skandinávské země, Kanada aj.), přesto lesní požáry v našich podmínkách mají nezanedbatelnou roli, jak z hlediska jejich počtu, zasažené plochy i způsobených škod.

Počet, výměra a škody způsobené lesními požáry na území ČR značně kolísají v jednotlivých letech. Přehled o lesních požárech je veden v rámci statistického sledování událostí ve statistikách HZS ČR, které jsou souhrnně vydávány každoročně ve statistických ročenkách [3]. Tabulka č. 1 uvádí ukazatele za období let 1998 - 2007. Ekonomické škody na dřevoprodukční funkci lesa jsou ovlivňovány i požáry hrabanky, bylinného a keřového podrostu. V takových, poměrně častých případech je přímá ekonomická škoda nepatrná.

Základní údaje	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Počet	2563	1403	1499	450	569	1712	846	626	693	805
Postižená plocha (ha)	1132	336	375	87	178	1236	335	227	405	316
Škody (mil. Kč)	24,5	10,8	26,4	18,3	27,2	38,0	32,1	21,1	8,2	16,4
Škody (tis. Kč/ha plochy)	21,6	32,1	70,4	210,3	152,8	30,7	95,8	92,9	20,2	51,9

Tabulka č. 1 Škody způsobené lesními požáry v ČR v letech 1998 - 2007

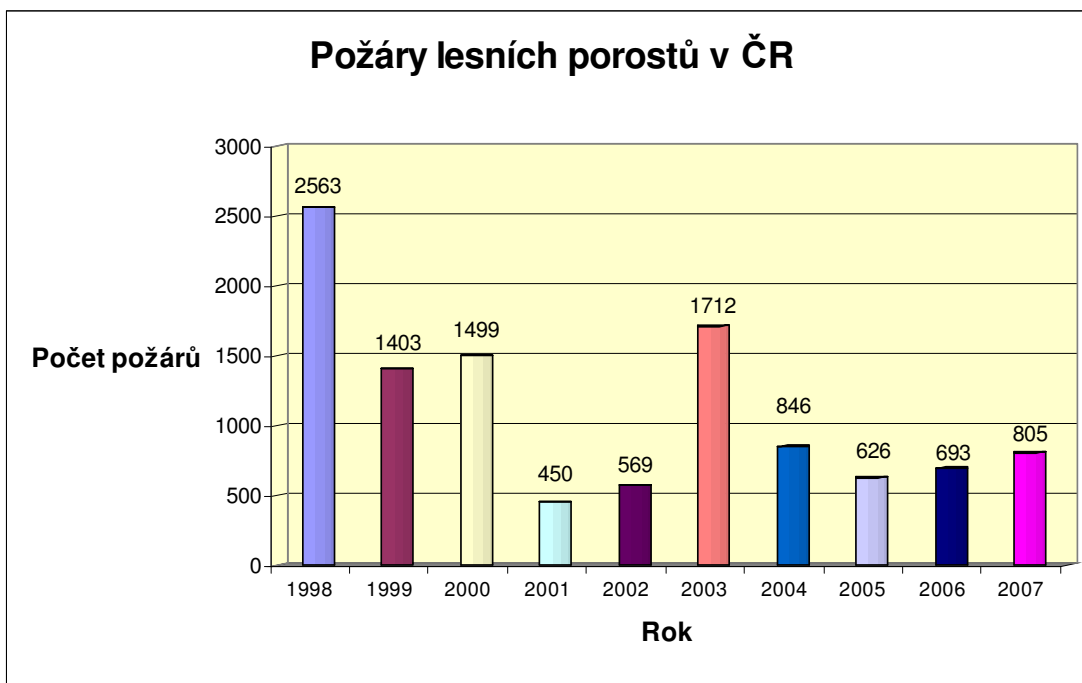
Přehled požárů lesních porostů se zobrazením podílu zasažené plochy v m² na 1 ha lesní plochy za období 2001 – 2005 uvádí obrázek č. 1, počet požárů lesních porostů v ČR za posledních deset let tabulka č. 2 a graf č. 1.



Obrázek č. 1 Přehled požárů lesních porostů v ČR za období 2001 – 2005 [26]

Požáry lesních porostů v ČR										
Rok	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Počet požárů	2563	1403	1499	450	569	1712	846	626	693	805

Tabulka č. 2 Počet požárů lesních porostů v ČR za posledních deset let



Graf č. 1 Počet požárů lesních porostů v ČR za posledních deset let

1.4. Lesní požáry v Ústeckém kraji

1.4.1. Charakteristika území

Ústecký kraj leží na severozápadě ČR. Je charakteristický tím, že jeho součástí jsou oblasti, které se od sebe poměrně výrazně liší. Je to tzv. pánevní oblast, zahrnující Chomutov, Most, Teplice a částečně Ústí nad Labem, která je spíše průmyslově založená, dále zemědělská oblast Litoměřicka a Lounska, oblast Krušných hor a skalnatá oblast Děčínska s Českým Švýcarskem a Šluknovskem. Na severozápadě kraje probíhá poměrně dlouhý úsek společné hranice s německou spolkovou zemí Sasko (Sachsen), který je téměř celý pokryt lesním porostem. Poloha a hranice Ústeckého kraje, včetně rozložení lesních ploch, jsou zobrazeny na obrázku č. 2.

Podíl lesů z celkové plochy Ústeckého kraje je 32,5 %. Z hlediska rozdělení území ČR podle míry nebezpečí vzniku požáru a možné výše škod způsobených lesními požáry jsou lesy v Ústeckém kraji zařazeny do kategorie s vyšším výskytem

lesních ekosystémů s vyšším rizikem lesních požárů. Z hlediska problematiky lesních požárů jsou nejvýznamnější oblasti Krušných hor, kde plocha lesů zaujímá 75 % jejich celkové rozlohy a jsou zde i velmi rozsáhlé plochy rašelinišť, Národní park České Švýcarsko, zahrnující část Labských pískovců a další chráněné krajinné oblasti, přírodní parky a maloplošná chráněná území, jako je například chráněná krajinná oblast České středohoří o výměře 1 063,17 km², zaujímající 84 % území Českého středohoří a lesy zde pokrývají plochu 29 961 ha.



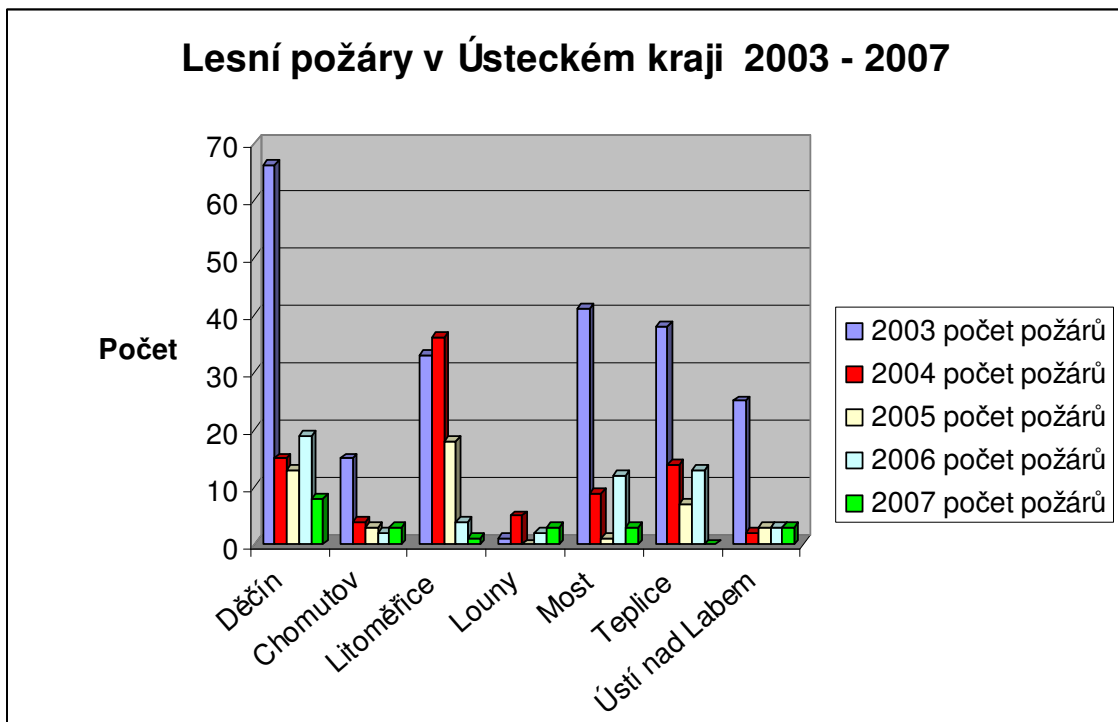
Obrázek č. 2 Lesní porosty a hranice Ústeckého kraje

1.4.2. Lesní požáry v Ústeckém kraji za poslední období

Lesní požáry v Ústeckém kraji vzhledem k přírodním podmínkám vznikají v období od jara do podzimu, přičemž nejvyšší počet případů samozřejmě na období letních měsíců, kdy jsou pro jejich vznik příznivé klimatické podmínky a podstatnou roli má i v tomto období probíhající turistická sezóna. Přehled lesních požárů na území Ústeckého kraje za období 2003 – 2007 uvádí tabulka č. 3 a graf č. 2.

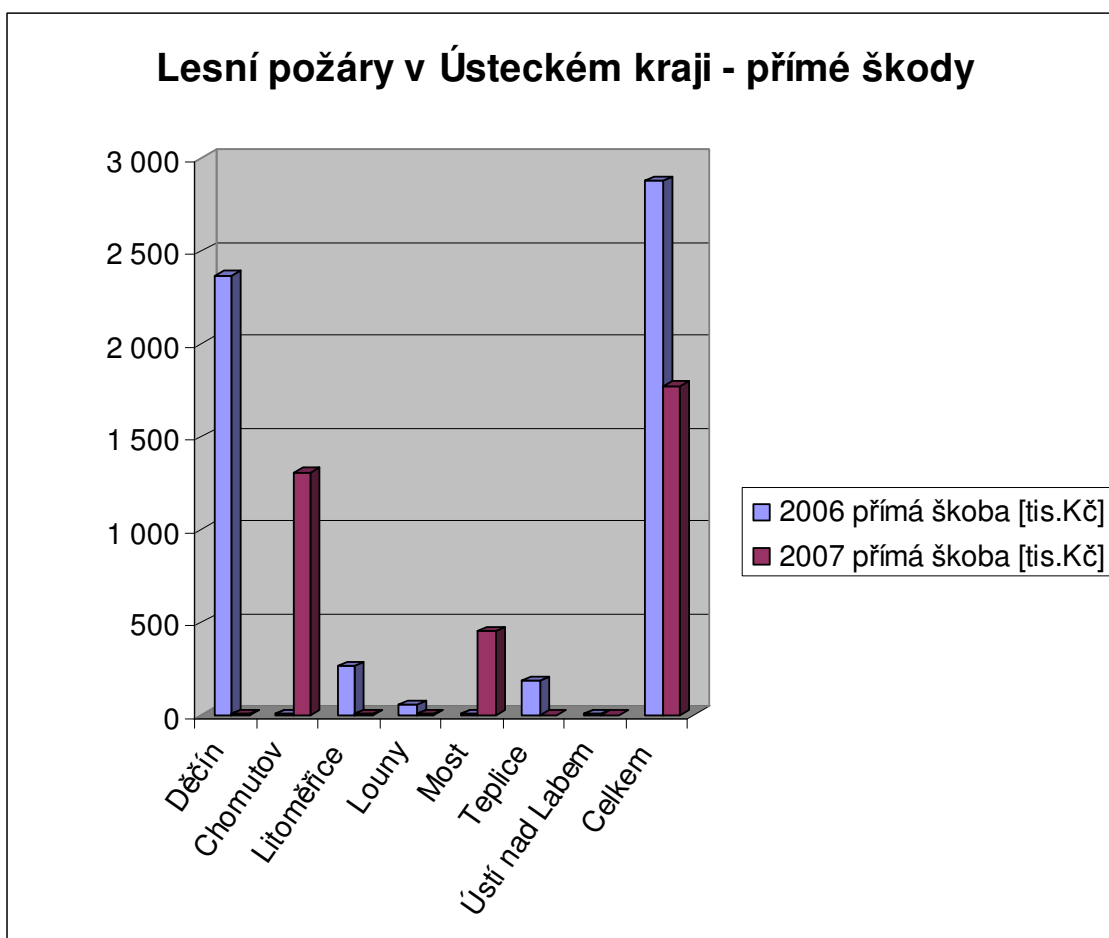
Územní odbory	Počet požárů				
	2003	2004	2005	2006	2007
Děčín	66	15	13	19	8
Chomutov	15	4	3	2	3
Litoměřice	33	36	18	4	1
Louny	1	5	0	2	3
Most	41	9	1	12	3
Teplice	38	14	7	13	0
Ústí nad Labem	25	2	3	3	3
Celkem	219	85	45	55	21

Tabulka č. 3 Přehled lesních požárů v Ústeckém kraji za období 2003 – 2007

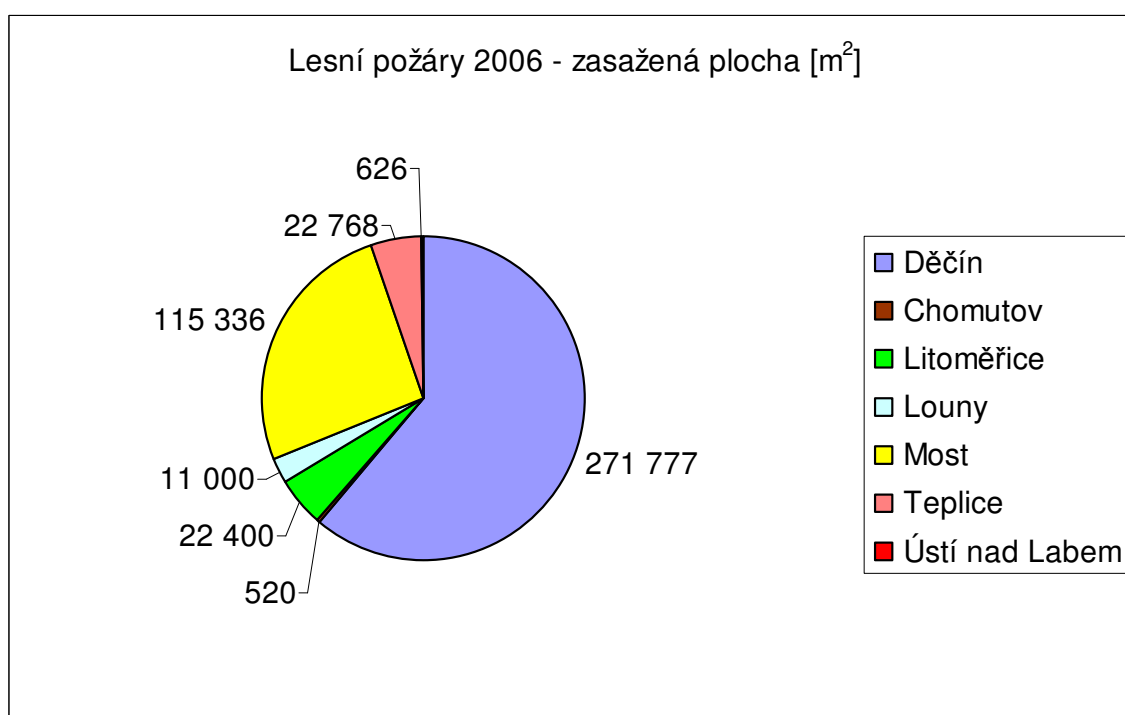


Graf č. 2 Přehled lesních požárů v Ústeckém kraji za období 2003 – 2007

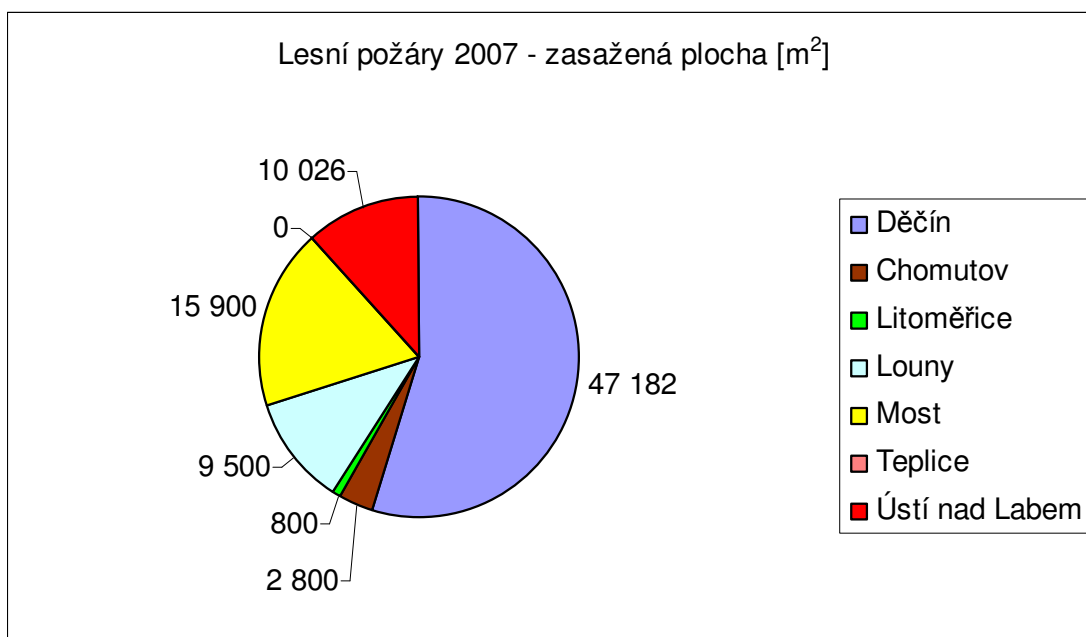
Dle statistiky HZS Ústeckého kraje byly celkové přímé škody na lesních porostech v roce 2006 ve výši 2,876 mil. Kč a v roce 2007 ve výši 1,771 mil. Kč. Přehled o přímých škodách a míře zasažené plochy v jednotlivých okresech Ústeckého kraje uvádí následující grafy č. 3, 4 a 5 [4]. Následné škody, náklady na obnovu, ztráty způsobené odlivem návštěvníků zneprístupněných oblastí a ekologické škody jsou těžko vyčíslitelné, je však nepochybné, že jsou mnohonásobně vyšší, než škody přímé.



Graf č. 3 Přímé škody lesních požárů v Ústeckém kraji za období 2006 – 2007



Graf č. 4 Zasažená plocha lesních požárů v Ústeckém kraji v roce 2006



Graf č. 5 Zasažená plocha lesních požárů v Ústeckém kraji v roce 2007

Nejvíce ohroženou oblastí s nebezpečím vzniku lesních požárů, zvláště v době sucha, je oblast Děčínska a to zejména území Národního parku České Švýcarsko, které je souvisle pokryto hlubokými lesy v těžko dostupném terénu, který znamená pro zasahující jednotky značné komplikace. V roce 2000 zde došlo k 12 požárům, v roce 2001 k 2 požárům, v roce 2002 nebyl likvidován žádný požár, v roce 2003 to byly 4 požáry a 2 zahoření a v roce 2004 byly evidovány pouze 2 požáry. V roce 2005 byly evidovány celkem 4 požáry a v roce 2006 bylo zaznamenáno celkem 7 požárů [5].

Mezi nejzávažnější událost tohoto druhu lze zařadit rozsáhlý požár lesního porostu Národního parku České Švýcarsko u Jetřichovic na Děčínsku v roce 2006. Jednalo se o největší lesní požár na Děčínsku za posledních 30 let. Na jeho zdolávání se v průběhu sedmi dnů podílely více než čtyři desítky jednotek požární ochrany a dobrovolníků v počtu téměř 400 lidí, včetně pomoci ze sousedního Německa. Účinnou pomoc při těchto zásazích poskytla letadla LHS - dva vrtulníky a jeden letoun. K uhašení požáru bylo celkem použito 4882 m³ vody, z toho 776 m³ při 970 shozech pomocí vrtulníků a 52 m³ při 35 shozech letounem. Dále bylo ke zvýšení hasebnímu efektu vody využito tenzních vlastností pěnidel. Za celou dobu hasebních činností bylo spotřebováno 1,2 m³ Pyronilu, 0,9 m³ Finiflamu a 0,015 m³ Pyrocoolu. Celkové množství přísad bylo 2,115 m³. Za jeho oběť padlo 17,92 ha lesních porostů. O rozsahu požáru vypovídají i následující obrázky č. 3 a 4.



Obrázek č. 3 Požár Národního parku České Švýcarsko 2006 [27]



Obrázek č. 4 Požár Národního parku České Švýcarsko 2006 [27]

2. ZABEZPEČENÍ PREVENCE A HAŠENÍ LESNÍCH POŽÁRŮ V ČR

V ČR jsou k dispozici legislativní opatření, která pomáhají minimalizovat riziko vzniku lesních požárů lidskou činností. Jedná se zejména o lesní zákon [6], který např. v § 20 stanovuje zákazy některých činností v lesích a zákon o požární ochraně [7], stanovující povinnosti právnických osob a podnikajících fyzických osob a povinnosti občanů v oblasti preventivních opatření proti vzniku lesních požárů. Nezastupitelné jsou instituce jako požární hlídky, lesní stráž, státní správa a samospráva a státní požární dozor. V ČR je vybudován efektivní systém požární ochrany včetně LHS, jejíž účinnost však výrazně oslabují značné organizační problémy v posledních letech.

2.1. Letecká hasičská služba

Jedním ze způsobů jak lze lesním požárům předcházet, případně vzniklé požáry v zárodku lokalizovat, je použití letecké techniky. LHS je službou vlastníkům lesů, zabezpečovanou Ministerstvem zemědělství ve smyslu ustanovení¹⁾ lesního zákona [6]. Je zajišťována ve všech lesích na území ČR s výjimkou lesů v působnosti Ministerstva obrany a Ministerstva životního prostředí v návaznosti na ustanovení²⁾ zákona o požární ochraně [7].

Provádění letecké hlídkové činnosti a hašení lesních požárů v hlavní sezóně lesních požárů je umožněno díky existenci Dohody o spolupráci při zajišťování letecké hasičské služby mezi Ministerstvem vnitra a Ministerstvem zemědělství a Smlouvy o zajišťování letecké hasičské služby mezi Ministerstvem zemědělství a soukromým leteckým provozovatelem na základě uskutečněné veřejné soutěže. Žádost o pomoc při leteckém hašení lesních požárů lze také uplatnit celoročně a celorepublikově na operačním a informačním středisku MV-generálního ředitelství HZS ČR, které má pravomoc vyzvat Policii ČR leteckou službu k poskytnutí vrtulníku vybaveného závažným zařízením k odhozu hasební látky. Pravidla pro využívání služeb LHS a územní členění na pracovní sektory stanovuje směrnice [8], která byla zpracována ve spolupráci MV-generálního ředitelství HZS ČR s Ministerstvem zemědělství.

Pomoc letecké techniky při hašení lesních požárů je neocenitelná (podrobnější rozbor uvádí např. článek [9]). Jedná se o celou škálu případů, které mohou při požárech

¹⁾ § 46, odst. 1 písm. g) a i) zákona č. 289/1995 Sb.

²⁾ § 5 a § 7 odst. 2 zákona č. 133/1985 Sb.

lesa nastat. Jde zejména o případy, kdy se lesní požár šíří takovým terénem, který je pro pozemní jednotky požární ochrany špatně dosažitelný, anebo naprosto nepřístupný. Letecká technika je přivolávána především k rozsahem větším lesním požárům s účastí většího počtu jednotek požární ochrany (2. stupeň požárního poplachu a vyšší). Hasebního efektu, který je vyvolán cíleným shozem velkého množství vody na frontu požáru během krátkého okamžiku, nelze ve špatně přístupném terénu docílit žádnou pozemní technikou.

V případě sil a prostředků zařazených do systému LHS se nejedná o síly a prostředky zařazené do požárních poplachových plánů krajů, ale o strategické síly a prostředky, jejichž činnost v rámci systému LHS financuje Ministerstvo zemědělství ze svého rozpočtu.

Pro účely LHS je ČR rozdělena na celkem 14 pracovních sektorů 3 kategorií stanovených podle míry nebezpečí vzniku požáru a možné výše škod způsobených lesními požáry. Podle kategorie se pak odvíjí četnost hlídkových letů i stupeň vybavenosti a připravenosti letecké techniky tamních stanic LHS.

Pracovní sektory LHS:

1. Pracovní sektory LHS kategorie A - vyšší výskyt lesních ekosystémů s vyšším rizikem lesních požárů.
2. Pracovní sektory LHS kategorie B - nižší výskyt lesních ekosystémů s vyšším rizikem lesních požárů.
3. Pracovní sektory LHS kategorie C - výskyt lesních ekosystémů s nižším rizikem lesních požárů.

Pravomoc vyžádat letadlo na hašení lesních porostů na stanici LHS má pouze předurčené OPIS HZS kraje. Je totiž žádoucí, aby v každém pracovním sektoru stanice LHS fungovalo za HZS ČR pouze jedno styčné místo, které má neustálý přehled o poloze sil a prostředků této stanice LHS předurčené pro lety v daném pracovním sektoru a které může například vyhodnotit priority jejich nasazení v případě více požadavků na vzlet letadla v jednom okamžiku.

V praxi to znamená, že každý velitel zásahu může vznést požadavek na hasební letadlo na příslušné OPIS HZS kraje, které kontaktuje OPIS koordinujícího HZS kraje (viz směrnice [8]) předurčené pro komunikaci se stanicí LHS a to dá pokyn stanici LHS

k zahájení činnosti ke vzletu hasebního letadla. V případě potřeby nasazení hasebního letadla v pracovních sektorech kategorie B nebo C, kde není dislokována stanice LHS s hasebním letadlem, je v zájmu operačního řízení, aby bylo s žádostí o zabezpečení hasebního letadla kontaktováno OPIS koordinujícího HZS kraje v pracovním sektoru A s nejbližší stanicí LHS.

Hlavním úkolem LHS v protipožární ochraně lesních porostů v oblasti prevence je vykonávat hlídkové lety nad lesními komplexy s cílem vyhledávat a lokalizovat místa požáru se současným určením jeho druhu a postupu. Úkolem hlídkových letadel může současně být i hašení požáru v jeho počátku a podpora pozemních hasebních prací. O nasazení letadel k hlídkovým letům žádají pověření zaměstnanci Lesů ČR, s.p., kteří o této skutečnosti vyrozumívají OPIS koordinujícího HZS kraje. V zájmu koordinovanosti a informovanosti je pak nutné, aby o termínu prováděného hlídkového letu byla vyrozuměna i územně příslušná operační a informační střediska HZS krajů, nad jejichž katastrem trasa hlídkového letu probíhá.

2.2. Hasičský záchranný sbor – informační podpora a metodika v oblasti lesních požárů

Kromě již zmiňované směrnice [8] vydalo MV-generální ředitelství HZS ČR pro zajištění odborné přípravy jednotek požární ochrany při spolupráci s leteckou technikou v roce 2004 instruktážní videokazetu „Plnění závěsného vaku vrtulníku a integrovaných nádrží letounů“. Počátkem roku 2005 byl dále vydán k využití letecké techniky k leteckému hašení konspekt odborné přípravy jednotek požární ochrany [10], který spolu s metodickým listem [1] tuto problematiku řeší komplexně.

Na KOPIS jsou k dispozici další nástroje informační podpory vztahující se k problematice lesních požárů. Zejména se jedná o databázi vodních zdrojů včetně jejího propojení s GIS. Vzhledem k tomu, že při nasazení letecké techniky na hašení lesních požárů musí být dohodnuta nejbližší vhodná pracovní letecká plocha od místa požáru určená na doplňování letadla hasebními látkami, pokud není prováděno plnění závěsného vaku vrtulníku nořením z vhodného vodního zdroje, musí zde být z důvodu specifických nároků na plochu zpracována a uložena dokumentace mimo provozovaných letišť i předem stanovených leteckých ploch včetně předurčených místně příslušných jednotek PO k plnění letounů a příjezdové trasy. Příklad

dokumentace stanovené pracovní letecké plochy je uveden na obrázku č. 5. Rovněž seznam pracovních leteckých ploch je vhodné zpracovat do systému GIS.



Obrázek č. 5 Dokumentace předem stanovené pracovní letecké plochy [30]

3. NOVÉ TECHNOLOGIE K DETEKCI LESNÍCH POŽÁRŮ

Vzhledem k vysokým nákladům na provozování systému LHS v období 1998 až 2000, kdy se pohybovaly mezi 26 a 34 mil. Kč ročně, přistoupilo Ministerstvo zemědělství k přehodnocení systému LHS, s cílem minimalizovat náklady a přitom zabezpečit jeho dostatečnou účinnost. V roce 2001 došlo k výrazné organizační změně systému LHS, t.j. snížení počtu hasebních letadel ze 17 na 6 a zapojení vrtulníků Policie ČR letecké služby do systému LHS. Tím se Ministerstvu zemědělství podařilo uspořit 40 % finančních prostředků v porovnání s rokem 2000. V následujícím období však provázely zajišťování služby LHS problémy organizačního charakteru, v roce 2005 nedošlo kvůli rozporování výběrového řízení k realizaci LHS. Ministerstvu zemědělství se podařilo tuto situaci vyřešit až v roce 2007, kdy byla na základě proběhlé veřejné soutěže uzavřena dne 25. července 2007 nová smlouva na zajištění LHS v letech 2007 a 2008. Náklady na rok 2007 byly stanoveny ve výši 12,5 mil. Kč.

Vzhledem k výše uvedeným problémům, vyšší nákladů, novým možnostem ve využití moderních zařízení a zejména vzhledem k mohutnému rozvoji komunikačních a informačních technologií, kdy se v posledních letech začínají ve světě prosazovat a využívat nové způsoby a postupy zajištění boje s lesními požáry, je věnována následující část diplomové práce jejich popisu a využití.

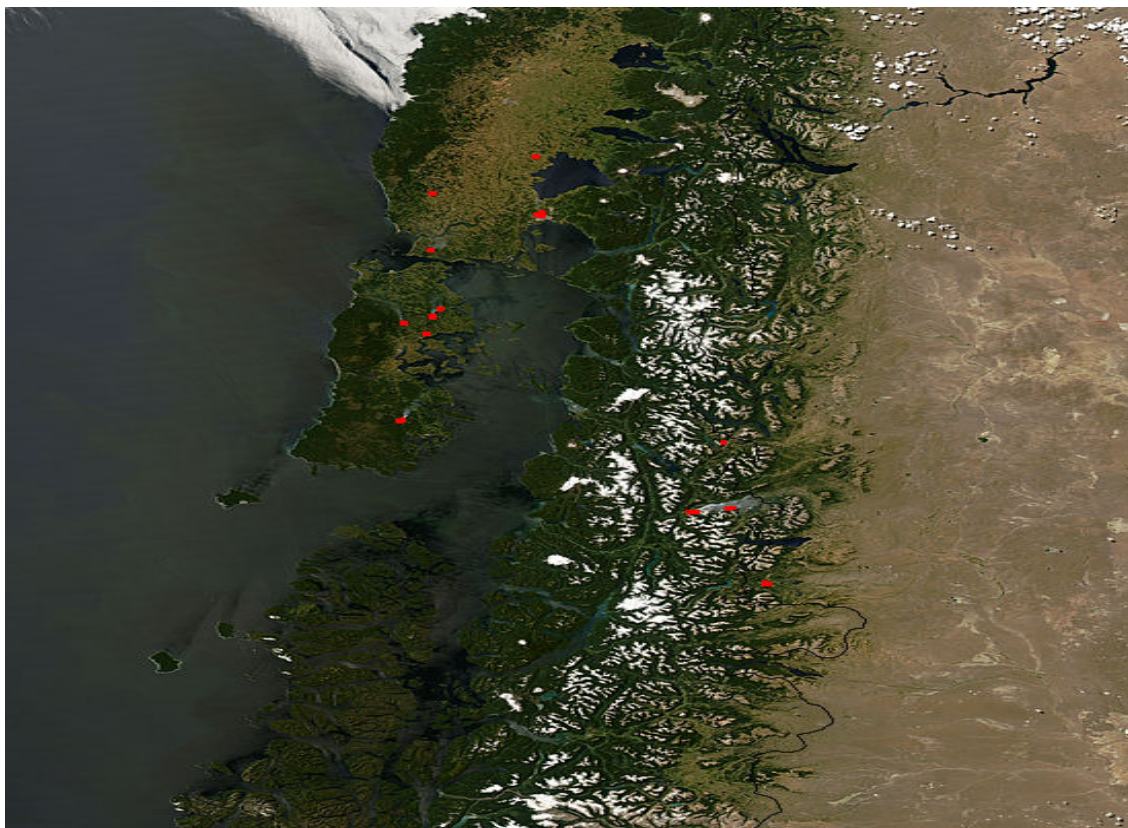
3.1. Využití družicových systémů

K monitoringu zejména rozsáhlých požárů mohou být využity družicové systémy. Zajímavým projektem je například MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) [11], využívající družicových dat mírného rozlišení pro globální detekci výskytu lesních požárů v reálném čase. Přístroje MODIS jsou umístěny na družicích Terra a Aqua a systém rychlé odezvy je provozován ve spolupráci NASA (National Aeronautics and Space Administration), GSFC (Goddard Space Flight Center) a University of Maryland. Pracuje v kvazireálném čase. Automatizovaná detekce požárů vydává informace v obrazové podobě (mapy na internetových stránkách³⁾⁴⁾) přibližně 4 - 6 hodin po přeletu družice jako textové soubory a jako e-mailová varování pro chráněné oblasti. MODIS je schopen rutinně detekovat požáry o rozloze 50 m² a vede

³⁾ <http://modis.gsfc.nasa.gov/gallery/>

⁴⁾ <http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/gallery/>

i databázi jejich výskytu. Příklad obrazového výstupu ze systému MODIS – detekce požárů v jižní části Chile ze dne 4. 2. 2008 v 18:50 hod. pořízeného satelitem Aqua je uveden na obrázku č. 6.



Obrázek č. 6 Detekce požárů systémem MODIS v jižní části Chile 4. 2. 2008 [28]

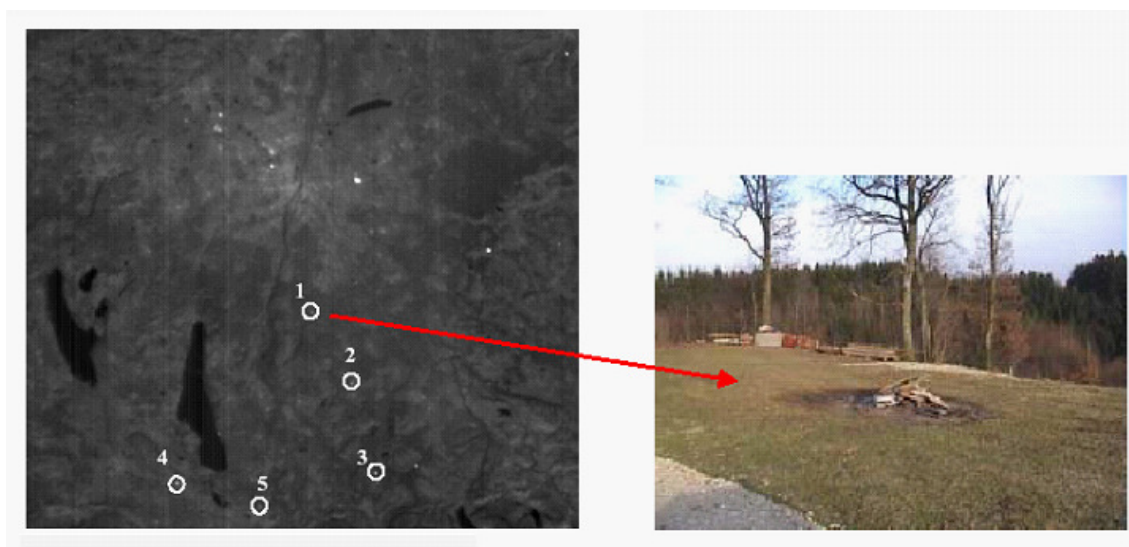
3.2. Využití družicových a informačních systémů v EU

V Evropě je věnována, zejména vzhledem k závažnosti situace v oblasti Středozemního moře, problematice využití informačních technologií k analýze a detekci lesních požárů značná pozornost a to jak v národním, tak celoevropském měřítku.

Příkladem národního přístupu může být řecký (s účastí španělských a nizozemských institucí) projekt automatizované ochrany a varování před riziky lesních požárů a záplav [12], nazvaný AUTO-HAZARD PRO, který řeší problematiku prevence a represe v oblasti lesních požárů komplexněji. Podle logiky pracovního cyklu byl rozdělen do deseti složek, zahrnujících zdroje dat (z družic a pozemních senzorů), přenos dat a výsledků, modelování jevů a příslušné metody a teorie. Systém obsahuje mj. automatickou detekci lesních požárů, operativní předpověď počasí na základě automatických meteostanic ATMOS pro prevenci a hašení lesních požárů, prognózu

rizika požárů. Zvláštní složkou je hydrologické modelování spálených oblastí, kde zejména na malých ostrovech hrozí při rychlém stékání nebezpečí záplav.

Využitím družicových systémů k detekci lesních požárů se zabývá rovněž německý Úřad pro letectví a kosmonautiku v rámci svého programu [13]. Po vypuštění družice BIRD na oběžnou dráhu byly vyhodnocovány pořízené snímky oblastí s probíhajícími lesními požáry v Austrálii a středomořských státech Evropy. O přesnosti a praktické využitelnosti dat získaných družicovým snímkováním svědčí následující obrázek č. 7, znázorňující infračervený snímek pořízený družicí BIRD a místo detekovaného ohniště o průměru 4 metry [14].



Obrázek č. 7 Infračervený snímek družicí BIRD a místo detekovaného požáru [14]

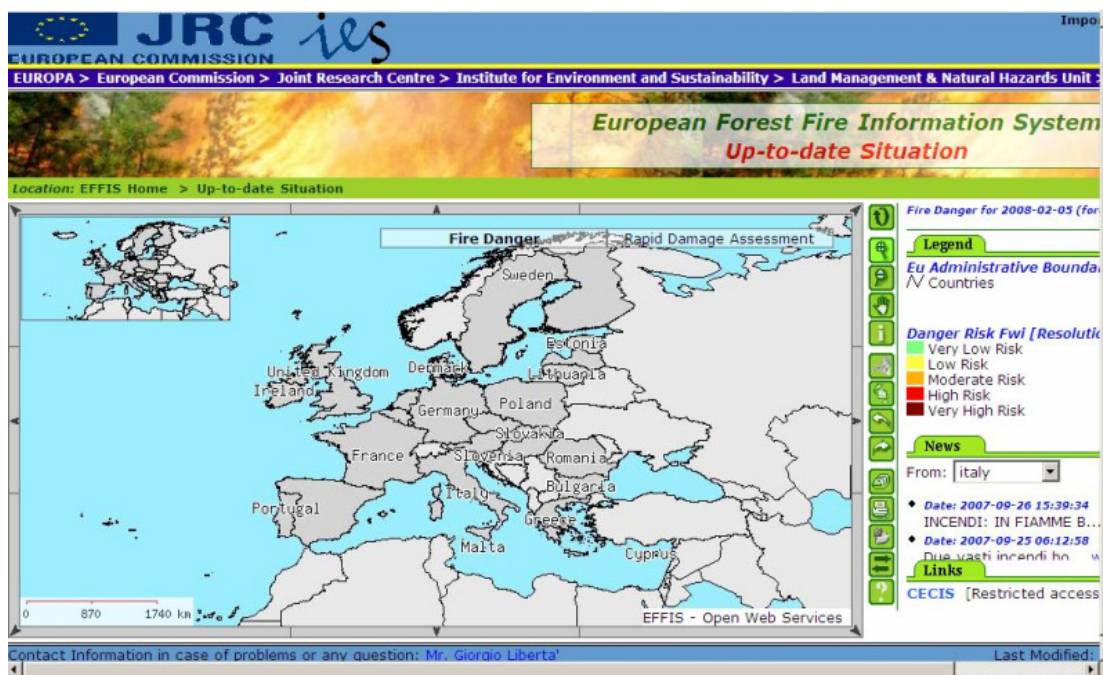
Celoevropským projektem je systém vyvinutý Evropskou komisí, jedná se o celistvý informační systém pro Evropu. Ředitelství Evropské komise pro životní prostředí a Společné výzkumné středisko v Ispře v Itálii založily Evropský informační systém o lesních požárech EFFIS s cílem poskytování celoevropského přístupu k vyhodnocování dlouhodobých a krátkodobých rizik lesních požárů a vyhodnocování rozsahu ohrožení [2,15,16].

Úkolem systému EFFIS je varovat před lesními požáry. Expertům k tomu slouží mimo jiné také data získaná z družic. EFFIS využívá hlavně údajů ze senzorů na dvou amerických družicích, Terra a Aqua, které obíhají Zemi ve výšce asi 700 kilometrů. K dispozici jsou snímky ve spektru viditelného světla, ale i tepelného záření. Díky záznamu o zvýšené teplotě lze rozpoznat lesní požár od velikosti 30 krát 30 metrů. Jeho místo lze však určit jen s přesností na jeden kilometr čtvereční, více rozlišení družicového snímku zachycujícího tepelné záření neumožňuje.

EFFIS používá k hodnocení speciální indicie, mezi jinými například tzv. Index potenciálu požáru (Fire Potential Index), který bere v úvahu rozdíly mezi regiony, dynamické proměnlivosti jako relativní svěžest vegetace, tlak vody, meteorologické podmínky, stejně jako statické faktory jako typ lesní vegetace.

Předpovědní mapy EFFISu zvýrazňující místa, kde je pravděpodobné riziko přírodního požáru, jsou každé ráno rozesílány přes Internet do odpovědných institucí členských zemí a do ředitelství pro životní prostředí Evropské komise. Mapy představují další zdroj informací a jsou nezbytné k mezinárodní spolupráci během boje s požáry. Mechanismy včasného varování pomáhají záchranářům a hasičům posílit jejich strategie boje s ohněm. Veškeré informace spolu s předpovědními mapami jsou veřejně přístupné na internetové stránce EFFISu⁵⁾ jejíž ukázka je na obrázku č. 8.

Zde lze získat předpovědní mapu systému EFFIS, viz obrázek č. 9, která aktuálně ukazuje riziko vzniku požárů v EU a v okolí: světle zelená barva představuje velmi nízké riziko, které se zvyšuje přes barvu žlutou (nízké riziko) a okrovou (mírné riziko) až po červenou (vysoké riziko) a hnědou (velmi vysoké riziko).

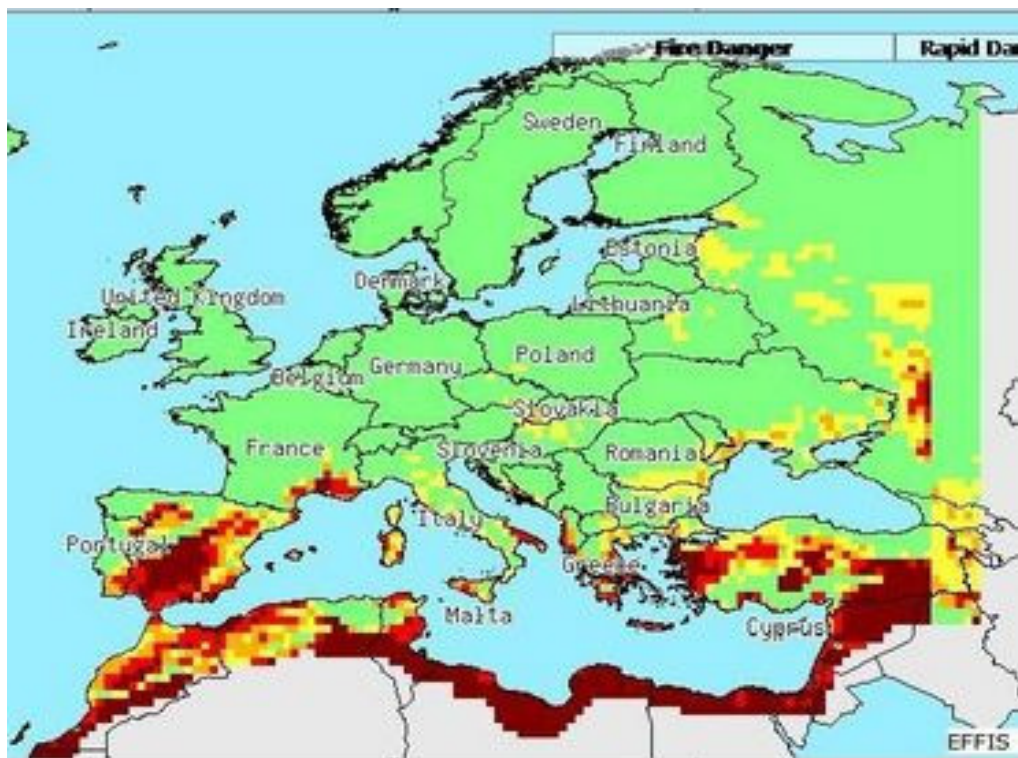


Obrázek č. 8 www stránky EFFIS [16]

Společné výzkumné středisko v Ispře, ředitelství Evropské komise pro životní prostředí a členské státy vydávají každý rok zprávu o stavu požárů v Evropě, kterou lze nalézt na stránce EFFIS⁶⁾.

⁵⁾ <http://effis.jrc.it/Uptodate/>

⁶⁾ <http://ies.jrc.ec.eu.int/368.html>



Obrázek č. 9 Předpovědní mapa EFFIS [16]

3.3. Hlídková činnost

V oblasti hlídkové činnosti mohou být v budoucnu využívána moderní zařízení pro zjišťování lesních požárů ze vzduchu, nesená ať už pilotovanými či nepilotovanými leteckými prostředky [9]. Určujícím kritériem pro nasazení takových prostředků v ČR bude jistě pořizovací cena a také výše provozních nákladů, případně jejich víceúčelovost. Řešením by mohl být i pronájem služby s tím, že společnost, která takové zařízení provozuje, jej využije v méně rizikovém období i pro jiné účely.

Například v USA má tuto problematiku na starosti Národní mezirezortní středisko pro boj s požáry v přírodním prostředí. Za účelem zjišťování lesních požárů provádí tato vládní agentura každodenní digitální snímkování území USA v infračerveném spektru prostřednictvím svých dvou letounů. Infračervená snímací zařízení montovaná na letounech jsou schopna zaměřit horký bod plochy 15 cm^2 z výšky 2500 m a provést snímkování oblasti o rozloze až 400 000 hektarů za jednu hodinu.

Hlídková letecká činnost i detekce a monitoring lesních požárů pomocí družicových systémů jsou významným prostředkem v boji s lesními požáry větších rozměrů, vyskytujících se převážně na velké ploše nebo u rozsáhlých, dlouhotrvajících požárů. Pro bezprostřední detekci malých, vznikajících ohnisek jsou k dispozici další technické prostředky pro detekci lesních požárů - pozemní kamerové systémy.

4. KAMEROVÉ SYSTÉMY K DETEKCI LESNÍCH POŽÁRŮ

S rozvojem nových technologií zaznamenaly pozemní kamerové systémy využívané k monitoringu a detekci lesních požárů v posledním období ve světě významné rozšíření. Pracují na principu detekce kouře během dne a detekci plamene v nočních hodinách a jejich následném vyhodnocení. Jejich výhodou je zejména schopnost okamžité detekce i malých vznikajících ohnisek a v součinnosti s technologií dohledových středisek i včasná reakce a nasazení výjezdových jednotek určených k jejich likvidaci. Tyto systémy začaly být vyvíjeny a využívány nejdříve v oblastech s velkým rizikem lesních požárů. O využití kamerových systémů v Austrálii informuje například Bushfire Bulletin [17].

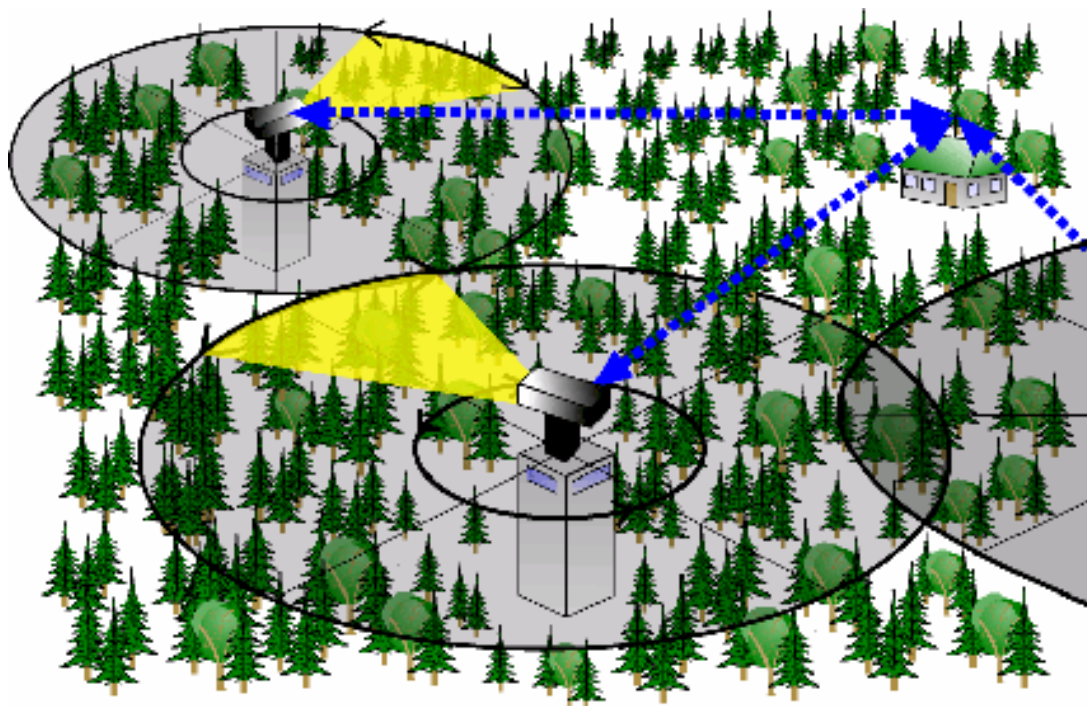
Téměř každá země s výskytem velkého rizika lesních požárů se v minulosti zabývala vývojem a návrhy na výstavbu takového systému. Některé z nich jsou v současné době realizovány a pod různými obchodními jmény nasazeny v ostrém provozu v různých zemích. V Evropě jsou to například FireVu (Anglie), UraFire (Francie), IPNAS (Chorvatsko), ve světě například FireHawk (Jižní Afrika). Nejrozšířenějšími kamerovými systémy používanými k detekci lesních požárů jsou jihoafrický ForestWatch, instalovaný v Kanadě, USA, Jihoafrické republice a v Řecku a německý FireWatch, který v posledních letech zaznamenal rozvoj a rozšíření zejména v Evropě – Německo, Estonsko, Turecko, Španělsko.

4.1. Systém FireWatch

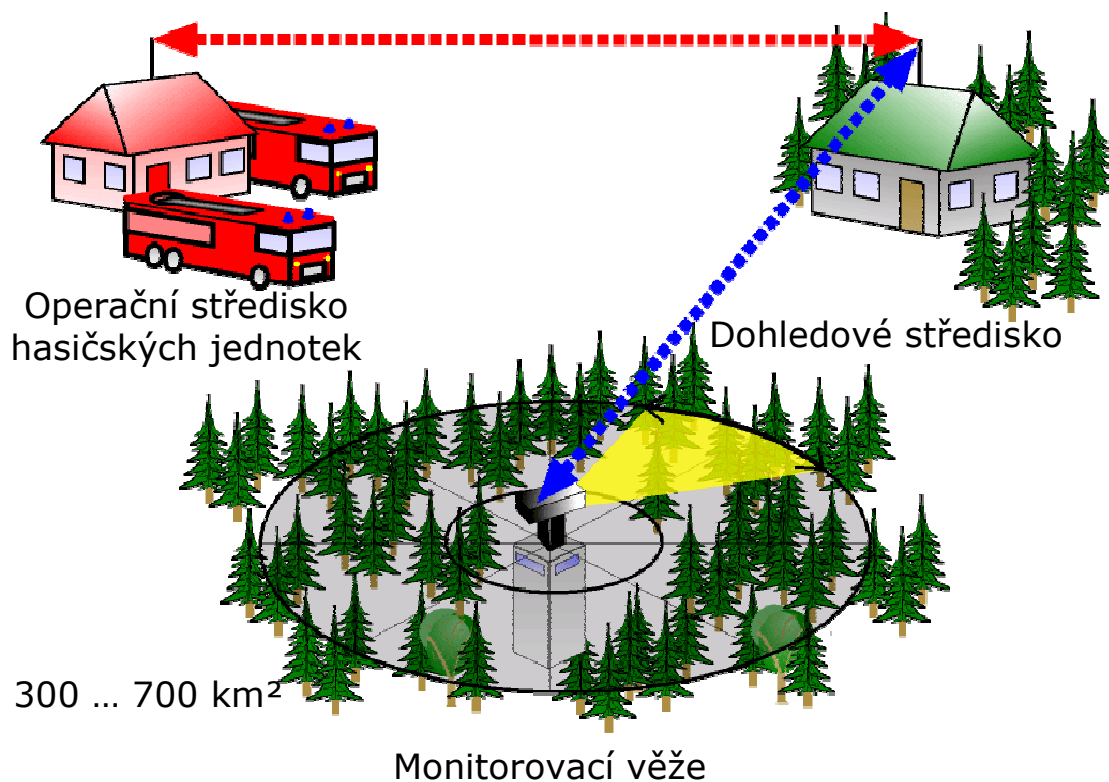
4.1.1. Popis systému

Automatický kamerový dohledový systém FireWatch [18-20], vyvinutý německou firmou IQ Wireless GmbH, je terestriální digitální systém pro vzdálený dohled, který je schopen sledovat velké zalesněné oblasti, analyzovat, vyhodnotit, sloučit a uložit získaná data. Díky jeho citlivosti, přesnosti a spolehlivosti systém umožňuje včasné rozpoznání požáru lesního porostu.

Základní znázornění systému je patrné z obrázků č. 10 a 11 – rozmístění monitorovacích věží s kamerovým systémem, které pokrývají rizikové území a jsou od sebe vzdáleny 20 až 30 km a dohledový dispečink, kde obsluha vyhodnocuje získaná data a v případě vzniku požáru informuje příslušné operační středisko hasičských jednotek k vyhlášení poplachu předurčeným jednotkám.



Obrázek č. 10 Základní znázornění popisu systému FireWatch [19,20]



Obrázek č. 11 Základní znázornění popisu systému FireWatch [19,20]

Hlavní úrovně systému jsou popsány v následujících dvou kapitolách.

4.1.2. Monitorovací věže

Monitorovací věže obsahují hardware a software pro zpracování obrázků a obsluhu. Hlavním prvkem je kamera instalovaná v dostatečné výšce nad terénem, obvykle na stožáru, věži nebo budově, která je vybavena snímačem CCD a produkuje na jedno kruhové panorama 36 trojic obrazů (pro $\lambda = 400, 650$ a 900 nm) s rozlišením 1024×1024 bodů v jasové hloubce 14 bitů. Součástí systému je i senzor pro kompenzaci oscilací věží umístěný v kameře a hlavní vyrovnávací jednotka, které neustále vyrovnávají chvění a výkyvy věže nebo stožáru. Kamera může spolehlivě pokrýt v závislosti na atmosférické dohlednosti a charakteru krajiny až 15-ti kilometrový rádius (700 čtverečních kilometrů kruhové plochy). Je schopna spolehlivě detekovat kouřový oblak o rozměru 10×10 m na vzdálenost 10 km. Při příznivých atmosférických podmínkách dokonce až na vzdálenost 40 km. Kamera umožňuje monitoring v denním i nočním režimu. Popis kamery je znázorněn na obrázcích č. 12 a 13. Činnost kamery koordinuje počítač znázorněný na obrázku č. 14. Vyhodnotí-li počítač nestandardní stav, odešle bezdrátově (rychlostí 64-250 kb/s) v pásmu 3,5 GHz zprávu o možném incidentu obsluze dohledového střediska. Jako alternativu nebo zálohu spojení lze použít i běžnou linku ISDN. Pro spolehlivý přenos digitálních dat byla vyvinuta technologie LiMAX se širokopásmovým CDMA rádiovým přenosem.



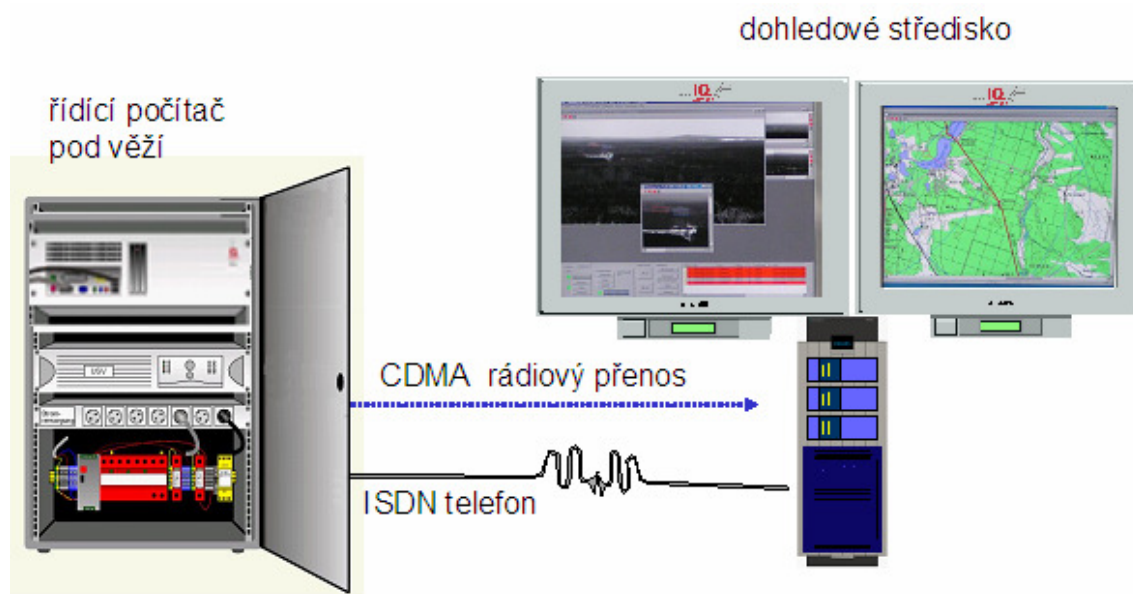
Obrázek č. 12 a 13 Popis kamery monitorovací věže [18-20]



• vnitřní systém s řídicím počítačem,
nezávislým zdrojem a ochranou proti
přepětí a blesku

Obrázek č. 14 Řídicí počítač s příslušenstvím [18-20]

Princip vyhodnocení nestandardních stavů je založen na porovnávání uložených dat v řídicím počítači s nově pořízenými daty. Během otáčení kamery o 360° se získávají v rozmezí 10° vždy 3 obrázky, které se průběžně počítačem vyhodnocují. Počítač porovnává nový obraz s předchozím a když najde změnu, začne hodnotit, zda jde o mrak, stín, či opravdu kouř z doutnajícího požáru. Komunikace mezi monitorovací věží a dohledovým střediskem je znázorněna na obrázku č. 15.



Obrázek č. 15 Komunikace mezi monitorovací věží a dohledovým střediskem [19,20]

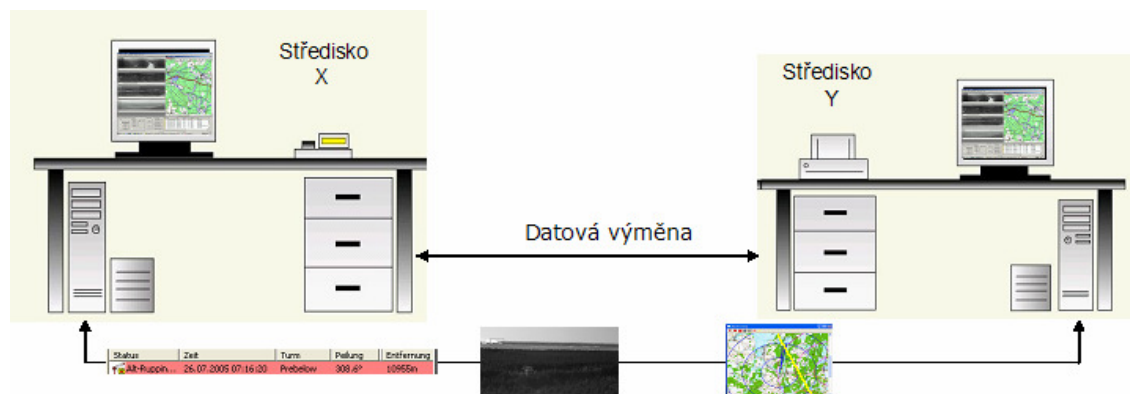
Zajištění provozu systému na stanovištích věží je realizováno připojením k standardnímu rozvodnému systému elektrické energie věže. Pokud ve věži přívod elektrické energie není zajištěn, lze dodávku požadované energie zajistit z alternativních zdrojů energie kombinací solárních článků, palivových článků nebo větrnými generátory. Pro případ poruchy nebo výpadku přívodu el. energie je systém vybaven akumulátory.

4.1.3. Dohledová střediska

Dohledová střediska jsou centrální obslužné stanice poskytující zpracování přijatých dat, uživatelské rozhraní a zálohu dat. Přijímají a zobrazují poplachy z jednotlivých věží. Obsahují následující základní technologické komponenty:

- systémový počítač vybavený speciálním softwarem;
- monitory pro uživatelské rozhraní, obrázky z kamer a elektronické mapy;
- volitelné rádiové základní stanice pro komunikaci s kamerami;
- úložný systém pro datové zálohování.

Pro jednu pracovní stanici je doporučeno zpracovávání dat z pěti věží. Proto je v závislosti na počtu kamer obsažených v systému a důležitosti nepřetržitého monitorování třeba vyčlenit dostatečné množství osob pro obsluhu pracovních stanic dohledového střediska pro nonstop provoz, vyhodnocování přijatých dat, konečná rozhodnutí a další související činnosti. Jednotlivé pracovní stanice FireWatch lze postupně propojovat do rozsáhlých dohledových sítí propojených tak, že zajišťují výměnu dat mezi pracovišti jednoho dohledového střediska i výměnu dat mezi více dohledovými středisky FireWatch. Ukázka možného propojení datových sítí je na obrázku č. 16.



Obrázek č. 16 Propojení datových sítí dohledových středisek [19,20]

4.1.4. Software FireWatch

Software se skládá ze čtyř komponentů:

- software pro rozpoznávání kouře**, rozpoznává kouř na základě jeho typických vlastností ve sledu za sebou jdoucích snímků (několikanásobný rozhodovací proces) a inicializuje poplach;

- b) **provozní program** pro řízení, telemetrii, nahrávání místních obrazových dat, datovou kompresi a přenos dat do dohledového střediska;
- c) **hlavní terminálový software** pro vizualizaci, dálkové ovládání, udávání pozice ohniska požáru na elektronické mapě, archivaci dat a vyhodnocení;
- d) **kontrolní software** sloužící ke sledování provozních stavů komponentů systému s přenosem poruchových stavů, hraničních stavů a výpadků na servisní středisko, odkud lze provádět dálkovou konfiguraci a aktualizaci systémových parametrů.

Vyhodnocovací software FireWatch umístěný v dohledovém středisku je schopen vyhodnotit a klasifikovat příchozí data z více směrů. Systém pracuje s kontinuálně snímaným digitálním panoramatickým obrazem sledované krajiny, v němž automaticky hledá charakteristické rozdíly proti snímku pořízenému v předchozím cyklu. Vyhodnocovací software využívá pro indikaci a identifikaci kouře v krajině upravených rozpoznávacích korelačních a komparativních algoritmů, vyvinutých německým Úřadem pro letectví a kosmonautiku a prověřených při experimentech v rámci evropského kosmického výzkumu. Pokud software zaznamená rozdíl proti předchozímu snímku uloženému v paměti počítače, automaticky upozorní operátora dohledového střediska na možný výskyt požáru. Příchozí poplachová zpráva, kromě upozornění na potencionální vznik požáru včetně údajů o místě hlášené události, identifikaci věže odkud byla zpráva odeslána i času zpozorování, zobrazí jeho polohu na obrazovce monitoru v části pracovního okna panoramatického pohledu a zároveň se jeho poloha promítne v digitální mapové části. Z panoramatického pohledu lze jednoduchým úkonem načíst detailní snímek detekovaného místa pravděpodobného požáru ve vysoké kvalitě snímaného obrazu přenášeného až do hlavního počítačového terminálu. Operátor má možnost zasáhnout pomocí přímého vstupu do automatického řídicího algoritmu programu a nasměrovat kameru do požadované pozice.

Obrazová data (statické obrazy a sekvence) dovolují v kombinaci s rozsáhlým digitálním mapovým prostředím a modely oblasti dokonalé vyhodnocení příchozích informací. Systém dvou monitorů usnadňuje a urychluje nalezení ohnisek požáru tím, že jeden z monitorů je rezervován výhradně pro zobrazování mapového prostředí, čímž mohou být lépe uplatněny rozličné možnosti softwaru pro práci s mapami při vzdálenostním určování a zaměřování ohniska. Pro eliminaci chybových hlášení, které nejsou požáry, je možné provést vyznačení (tzv. vymaskování) známých objektů a ploch, které by mohly být zdroji planých poplachů, např. tovární komíny, vodní

plochy apod. Systém umožňuje automatické zabezpečení dat pro pozdější další použití nebo archivaci a ukládání všech relevantních obslužných kroků k vyjasnění možných nejasností při vyhodnocování činnosti systému i lidského faktoru.

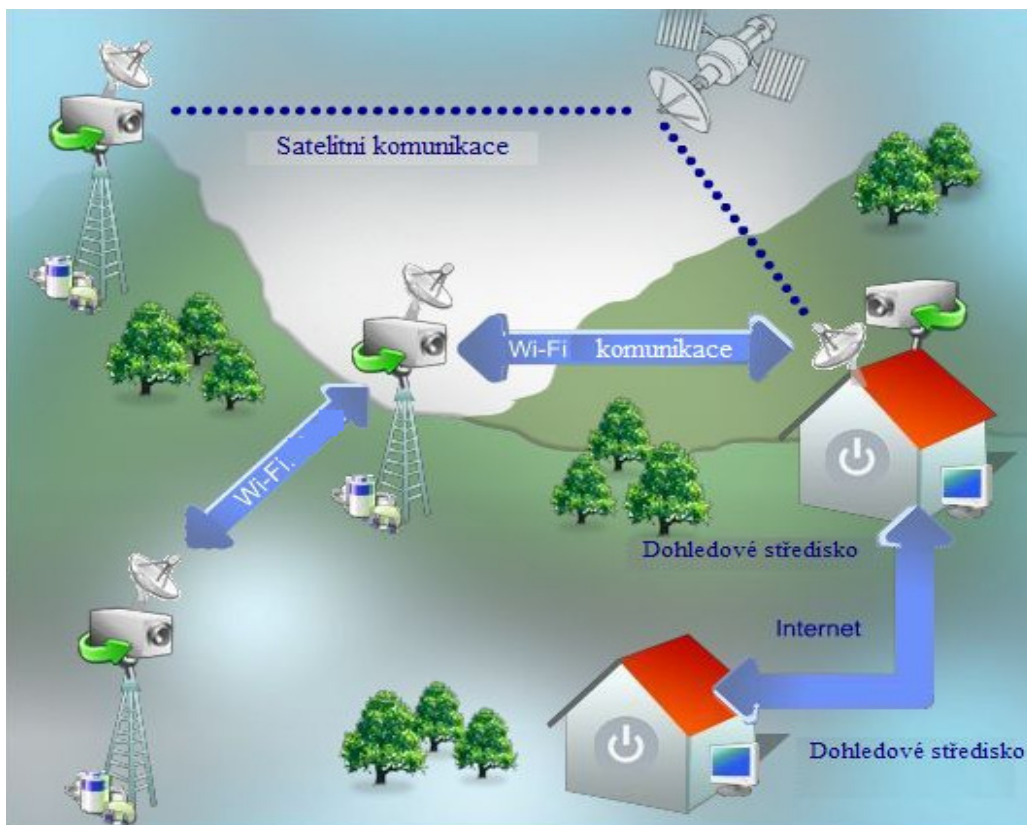
V současné době probíhají přípravy na úpravu aplikačního programového vybavení FireWatch k propojení pozemní detekce kamerového systému s leteckou a satelitní. Systém tak bude v blízké budoucnosti schopen vyhodnotit data z více zdrojů a při zajištěné synchronizaci přesného času ve všech zařízeních se dosáhne tří spojitých obrazů místa vzniku požáru.

4.2. Systém ForestWatch

4.2.1. Popis systému

Systém ForestWatch [21-25] je automatický kamerový dohledový digitální systém vyvinutý jihoafrickou společností Envirovision Solutions. V EU je jejím partnerem zajišťující distribuci a servis řecká firma Eagle Eye Protection.

ForestWatch je obdobně jako FireWatch systémem určeným pro vzdálený dohled velkých zalesněných oblastí, schopným analyzovat, vyhodnotit, sloučit a uložit získaná data. Základní funkce obou systémů jsou téměř totožné.



Obrázek č. 17 Základní znázornění systému ForestWatch [22]

Systém ForestWatch má obdobnou strukturu jako systém FireWatch. Základem jsou opět monitorovací věže s kamerovým systémem, které pokrývají rizikové území a jsou od sebe vzdáleny 20 až 30 km a dohledové středisko, kde obsluha vyhodnocuje získaná data a v případě vzniku požáru může ihned informovat příslušné operační středisko hasičských jednotek k vyhlášení poplachu předurčeným jednotkám. Základní znázornění systému je patrné z obrázku č. 17.

4.2.2. Monitorovací věže

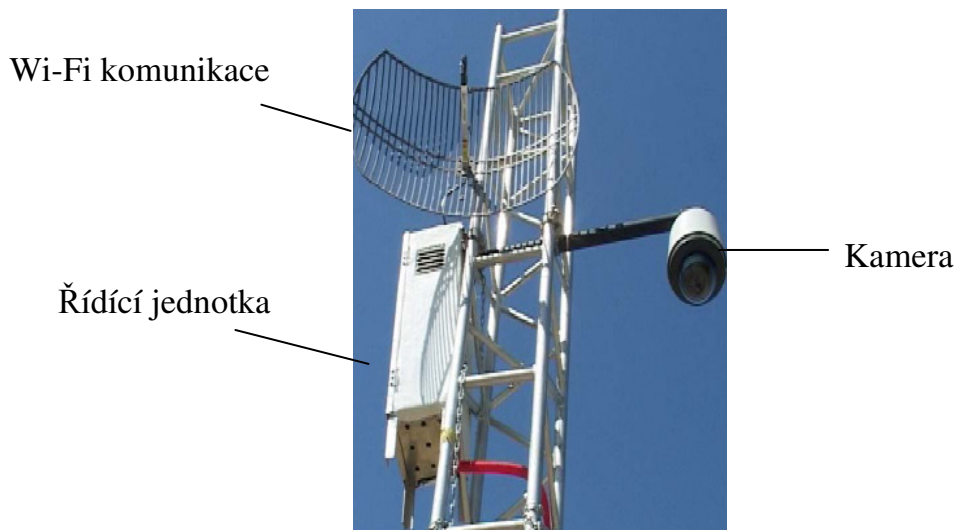
Monitorovací věže obsahují hardware a software pro zpracování obrázků a jejich přenos do dohledového střediska. Hlavní částí je jedna kamera instalovaná v dostatečné výšce nad terénem, obvykle na stožáru, věži nebo budově nebo dvě kamery v případě, kdy je kamery možné umístit pouze v místě, kde stožár nebo jiná technologie brání jedné kameře v pokrytí celého prostoru určeného ke sledování. Dosah kamer je srovnatelný s kamerou používanou v systému FireWatch. Spolehlivě detekují kouřový oblak o rozměru 10 x 10 m na vzdálenost 10 km a při příznivých atmosférických podmínkách a výhodném umístění až na vzdálenost 40 km. ForestWatch používá k detekci buď kameru s vysokou rozlišovací schopností v pouzdře s kopulí, doplněnou programovým vybavením pro řízení pohybu a změny ohniskové vzdálenosti viz obrázek č. 18 nebo kameru ve speciálním kombinovaném provedení pro snadnou instalaci, zahrnujícím integrovanou optiku a řídicí jednotku pro koordinaci pohybu systému, jejíž podoba je na obrázku č. 19. Umístění jednotlivých částí na stožáru monitorovací věže je znázorněno na obrázku č. 20. Kamery umožňují monitorování v denním i nočním režimu.



Obrázek č. 18 Kamera PELCO Spectra IV v pouzdře s kopulí [22]



Obrázek č. 19 Kombinovaná kamera PELCO Esprit [22]



Obrázek č. 20 Vybavení monitorovací věže [24]

Jak je z obrázku č. 20 zřejmé, dalšími neméně významnými komponenty monitorovací věže jsou řídicí jednotka a zařízení pro dálkový přenos dat. Přenos dat je obvykle řešen prostřednictvím Wi-Fi komunikační technologie nebo linkovým ADSL spojením. Pro provoz v zemích s rozsáhlými lesními plochami v odlehlých oblastech, kde tyto způsoby přenosu informací nelze využít, byl systém ForestWatch upraven a otestován pro využití přenosu dat prostřednictvím satelitního spojení. Tento způsob přenosu dat je spolehlivý, ale vyžaduje dodatečné vybavení a navýšení provozních nákladů z důvodu plateb za využívání frekvence a objemu přenesených dat a je tedy ekonomicky náročnější.

K zajištění trvalého napájení elektrickou energií pro zabezpečení provozu systému na stanovištích věží je využíváno připojení k rozvodnému systému elektrické energie věže. V případě, že je tato možnost vyloučena nebo pro případ zajištění zálohy napájení je systém možno vybavit alternativními zdroji energie - solárními články, větrnými generátory nebo vodíkovými generátory, případně jejich kombinací.

4.2.3. Dohledová střediska

V dohledových střediscích jsou zpracovávány přijaté informace, vyhodnocují a zálohují se data, přijímají a zobrazují se poplachy z jednotlivých věží. Dohledová střediska obsahují následující základní technologické komponenty:

- zařízení pro příjem dat z monitorovacích věží;
- stolní systémový počítač vybavený speciálním softwarem;
- monitory pro uživatelské rozhraní, obrázky z kamer a elektronické mapy;
- úložný systém pro datové zálohování.

Pro jednu pracovní stanici je doporučeno zpracovávání dat z pěti až osmi kamer, v závislosti na období s nízkým nebo vysokým požárním rizikem. Jednotlivé pracovní stanice ForestWatch lze postupně propojovat do rozsáhlých dohledových sítí propojených tak, že zajišťují výměnu dat mezi pracovišti jednoho dohledového střediska i výměnu dat mezi více dohledovými středisky. Komunikace mezi nimi probíhá ve vnitřních datových sítích nebo prostřednictvím Internetu.

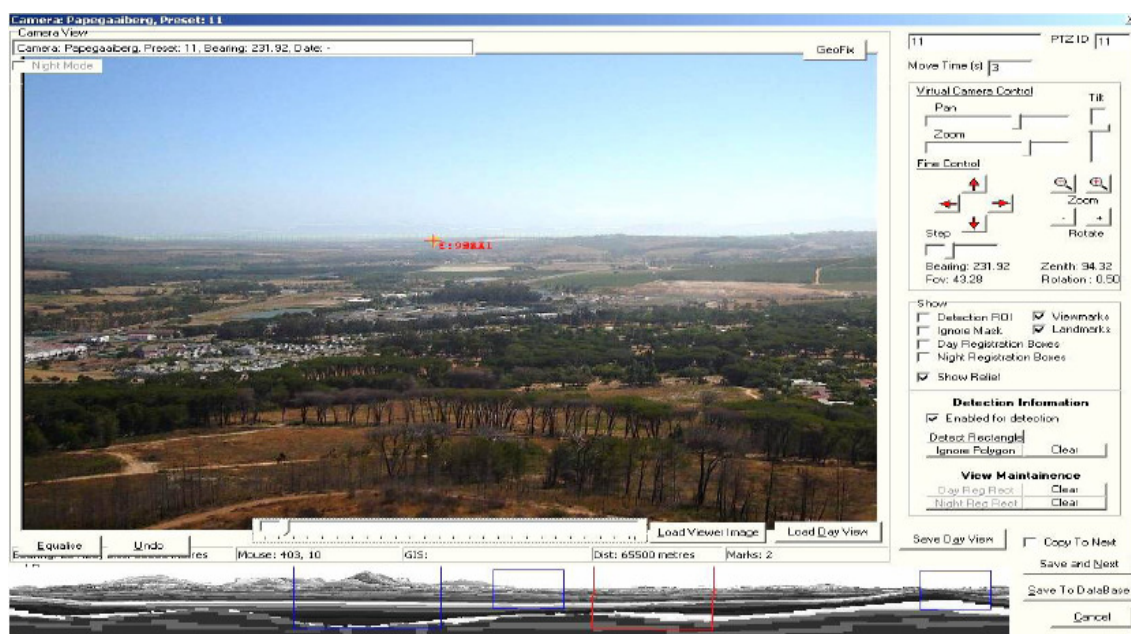
4.2.4. Software ForestWatch

Vyhodnocovací software ForestWatch byl původně vyvinut a aplikován pro vyhodnocování kontinuálního přenášení obrazu od monitorovacích věží. Později byl modifikován a v současné podobě je používána kombinace panoramatického snímání a zobrazení obzoru krajiny a kontinuálního snímání konkrétního místa včetně možnosti dálkového ovládání příslušné kamery. Základní struktura má řadu shodných rysů jako u systému FireWatch.

Základní skladba softwaru:

- a) **software pro rozpoznávání kouře**, rozpoznává kouř na základě jeho typických vlastností ve sledu za sebou jdoucích snímků a inicializuje poplach;
- b) **provozní program** pro řízení, telemetrii, nahrávání místních obrazových dat, datovou kompresi a přenos dat do dohledového střediska;
- c) **terminálový software** pro vizualizaci, dálkové ovládání, udávání pozice ohniska požáru na elektronické mapě, archivaci dat a vyhodnocení;
- d) **servisní a kontrolní software** sloužící ke sledování provozních stavů komponentů systému s přenosem poruchových stavů, hraničních stavů a výpadků na servisní středisko, odkud lze provádět dálkovou konfiguraci a aktualizaci systémových parametrů.

Programové aplikace, kterými jsou vybavena pracoviště v dohledovém středisku ForestWatch využívají pro indikaci a identifikaci kouře v krajině speciálních upravených rozpoznávacích korelačních a komparativních algoritmů, vyvinutých Envirovision Solutions. Jsou schopné vyhodnotit a klasifikovat příchozí data z více směrů. Systém pracuje s kontinuálně snímaným digitálním panoramatickým obrazem sledované krajiny, v němž automaticky hledá charakteristické rozdíly proti snímku pořízenému v předchozím cyklu. Pokud software zaznamená rozdíl proti předchozímu snímku uloženému v paměti počítače, automaticky upozorní operátora dohledového střediska na možné ohnisko požáru. Příchozí data jsou po zpracování a vyhodnocení zobrazena na monitoru v části pracovního okna panoramatického pohledu a rovněž zobrazena v systému GIS, případně v digitálním 2D modelu krajiny a operátorům poskytují informace o souřadnicích místa požáru, jeho vzdálenosti od věže, informace o vlastníkově pozemku apod. Operátor má možnost pomocí softwarové aplikace uvedené na obrázku č. 21 ovládat nastavení a zaměření kamery pro získání detailních záběrů místa detekovaného požáru a podrobně analyzovat a vyhodnotit příchozí informace.



Obrázek č. 21 Aplikační software ovládání kamery [24]

K vyloučení chybových hlášení, vznikajících od stálých a známých zdrojů kouře nebo odrazů světla je možné provést vyznačení těchto objektů a ploch. Systém umožňuje automatickou archivaci a ukládání všech relevantních obslužných kroků k vyjasnění možných nejasností při vyhodnocování činnosti systému i lidského faktoru.

Systém rovněž umožňuje vyhodnocování informací z integrované meteostanice umístěné v řídicí jednotce monitorovací věže, která poskytuje údaje o teplotě a vlhkosti vzduchu v dané lokalitě.

4.3. Porovnání systémů ForestWatch a FireWatch

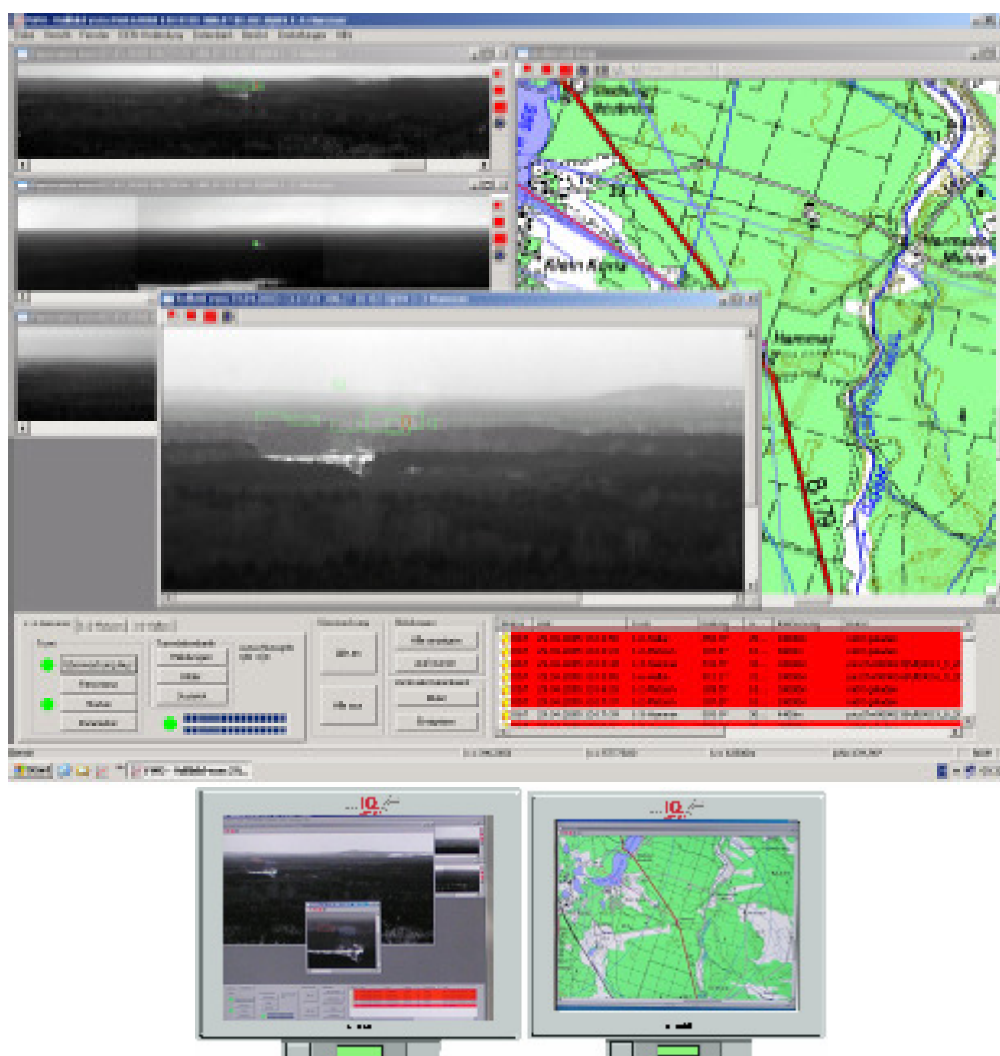
Oba systémy, jak vyplývá z dostupných materiálů, které byly použity k výše uvedenému popisu, mají základní strukturu systému a způsob zpracování a vyhodnocování v aplikačním programovém vybavení velmi podobnou. Stejná je struktura základních komponentů systémů – monitorovací věže vybavené kamerou, zdroji elektrické energie, řídicí jednotkou a zařízením pro přenos získaných dat a vyhodnocování přenášených informací v dohledových střediscích, která mohou mít více úrovní a jsou vzájemně datově propojená.

Rozdíly v úrovni vybavení monitorovacích věží jsou zejména v použitých typech kamer, způsobu kompenzace oscilace věží, jiná je řídicí jednotka a rovněž způsob zajištění alternativními zdroji elektrické energie vykazuje kromě základních shodných způsobů (solární panely, větrné generátory) určité odlišnosti – systém FireWatch využívá například palivové články na bázi metanolu, ForestWatch vodíkové generátory.

U systému ForestWatch lze k přenosu dat využít i satelitního spojení. Tato výhoda je však ekonomicky nákladná a v našich podmínkách vzhledem k dostupností klasických způsobů komunikačních cest by ji zřejmě nebylo třeba využít.

Základní vybavenost dohledových středisek je u obou systémů řešena vzájemně datově propojitelnými pracovními stanicemi (klasická PC sestava doplněná modulem pro příjem signálu, dalším monitorem a u ForestWatch speciální klávesnicí s joystickem).

Aplikační programové vybavení má základní filozofii podobnou, u zásadních funkcionalit mají oba systémy řadu stejných programových nástrojů (zpracování poplachových stavů, eliminace známých zdrojů kouře, vyhodnocení, zda se jedná o skutečný požár, měření vzdálenosti a identifikace polohy ohniska požáru apod.). Podstatný rozdíl je v grafickém provedení a uspořádání pracovní plochy na monitoru. Rozdíly jsou patrné z obr. č. 22, na kterém je ukázka uspořádání pracovní plochy monitorů programového prostředí ForestWatch a obr. č. 23 s vyobrazením uspořádání programového prostředí FireWatch v jednomonitorové i dvoumonitorové verzi.



ForestWatch pracuje s barevným obrazem přenášených snímků kamer, FireWatch snímá, zpracovává a vyhodnocuje černobílé snímky. Tento rozdíl je dán odlišnou koncepcí obou systémů k celkovému řešení detekce a vyhodnocení zdrojů kouře. Systém ForestWatch používá běžné komerční kamery používané k monitoringu ulic nebo budov v obcích. FireWatch vybavuje monitorovací věže speciální kamerou s vysokou rozlišovací schopností (1.024 x 1.024 pixel na obrazovce) se 14 bitovou dynamikou v černobílé barvě, doplněnou speciálně vyvinutým objektivem s optickým interferenčním filtrem. Tato konfigurace by měla zajistit vyšší citlivost na změny ve sledované krajině.

Z použitého typu kamer se odvíjí rozdíl ve způsobu jejich ovládání, vyhodnocování pořízených snímků aplikačním programovým vybavením i operátorem. Oba systémy monitorují sledovanou oblast v rozsahu 360° a mají nástroje k podrobnému zkoumání podezřelé oblasti i k označení známých zdrojů kouře a jejich vyřazení ze sledovacího procesu.

Systém FireWatch během otáčení kamery o 360° snímá v rozmezí 10° vždy 3 obrázky, které se průběžně počítačem vyhodnocují a lze je následně spojit do videosekvence. Každý 10° úsek je podrobně monitorován v časové periodě do 7 minut. Počítač porovnává nový obraz s předchozím a v případě změny, která může znamenat objevení vznikajícího požáru, vyšle upozorňující zprávu operátorovi. Operátor může načíst detailní snímek nebo videosekvenci detekovaného místa pravděpodobného požáru. V případě pochybností má možnost zvolit zaměření kamery na sledovanou oblast na delší časový úsek než během standardní periody 360° oběhu.

Systém ForestWatch má časovou periodu otáčení v rozmezí 6 - 12 minut, v závislosti na nastavení parametrů pro monitoring - označení míst, které nejsou určeny k detekci nebo míst s podrobnějším sledováním. Operátor má možnost prostřednictvím ručního ovládání kamery zaměřit místo potenciálního vzniku požáru na delší časový úsek k podrobnějšímu vyhodnocení na úkor monitoringu zbývajících plochy sledované oblasti nebo v případě, že je monitorovací věž vybavena dvěma kamerami, jednou pokračovat v panoramatickém sledování a druhou sledovat zaměřený úsek.

Oba systémy přenášejí získaná data do elektronických map, systém ForestWatch umožňuje zobrazení i v digitálním 2D modelu krajiny. Operátorům poskytují informace o topografických souřadnicích místa požáru, jeho vzdálenosti od věže, informace o vlastníkovi pozemku, interaktivní komunikaci mezi jednotlivými částmi programového vybavení apod.

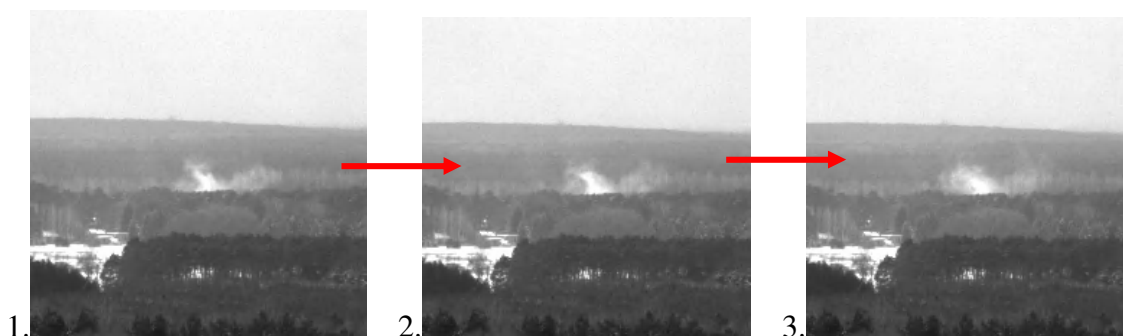
5. TESTOVACÍ PROVOZ SYSTÉMU FIREWATCH

Na základě nabídky německé firmy IQ Wireless GmbH na zapůjčení systému FireWatch v konfiguraci vybavení jednoho monitorovacího stanoviště s kamerou pro denní provoz a jednoho pracoviště s vyhodnocovacím aplikačním programovým vybavením dohledového střediska v jednomonitorovém provedení byla na HZS Ústeckého kraje provedena jeho instalace a zahájen zkušební provoz.

Cílem zkušebního provozu bylo bližší seznámení se systémem jako celkem, spolehlivostí provozu, ověření deklarovaných funkcionalit aplikačního programového vybavení systému, uživatelského komfortu při jeho ovládání, kvality přenášených dat a posouzení možnosti jeho praktického využití v podmínkách Ústeckého kraje.

Zkušební provoz byl rozdělen do dvou etap. V první etapě bylo monitorovací zařízení umístěno na věži stanice HZS Ústeckého kraje v Teplicích a pracoviště dohledového střediska v prostorách bývalého OPIS ve stejné budově. Propojení mezi nimi bylo realizováno prostřednictvím vnitřní datové sítě LAN. V této fázi provozu byly prověřeny základní funkcionality systému – monitoring okolí monitorovací věže, zpracování informací a jejich přenos na pracovní stanici dohledového střediska prostřednictvím datové sítě LAN a základní funkcionality vyhodnocovacího softwaru například:

- pořizování série 3 snímků během otáčení kamery o 360° v rozmezí 10° (obrázek č. 24);



Obrázek č. 24 Série 3 snímků jednoho 10° segmentu celkového 360° rozmezí [31]

- jejich sloučení do videosekvence viz obr. 25, které lze využít kromě statických obrázků pro porovnání předchozích stavů nebo pro zjištění rozvoje požáru;



Obrázek č. 25 Panel statického obrázku a videosekvence [31]

- sloučení 36 obrázků do jednoho panoramatického viz obr. 26, které slouží obsluze dohledového střediska k zlepšení vizuálního vyhodnocování a zvětšení vybraného segmentu;



Obrázek č. 26 Panoramatické zobrazení horizontu a detail vybraného segmentu [31]

- vyloučení částí plochy, které by mohly generovat plané poplachy ze sledování, např. vodní plochy, okolí komínů, okna budov, obloha apod., ukázka je na obr. č. 27;

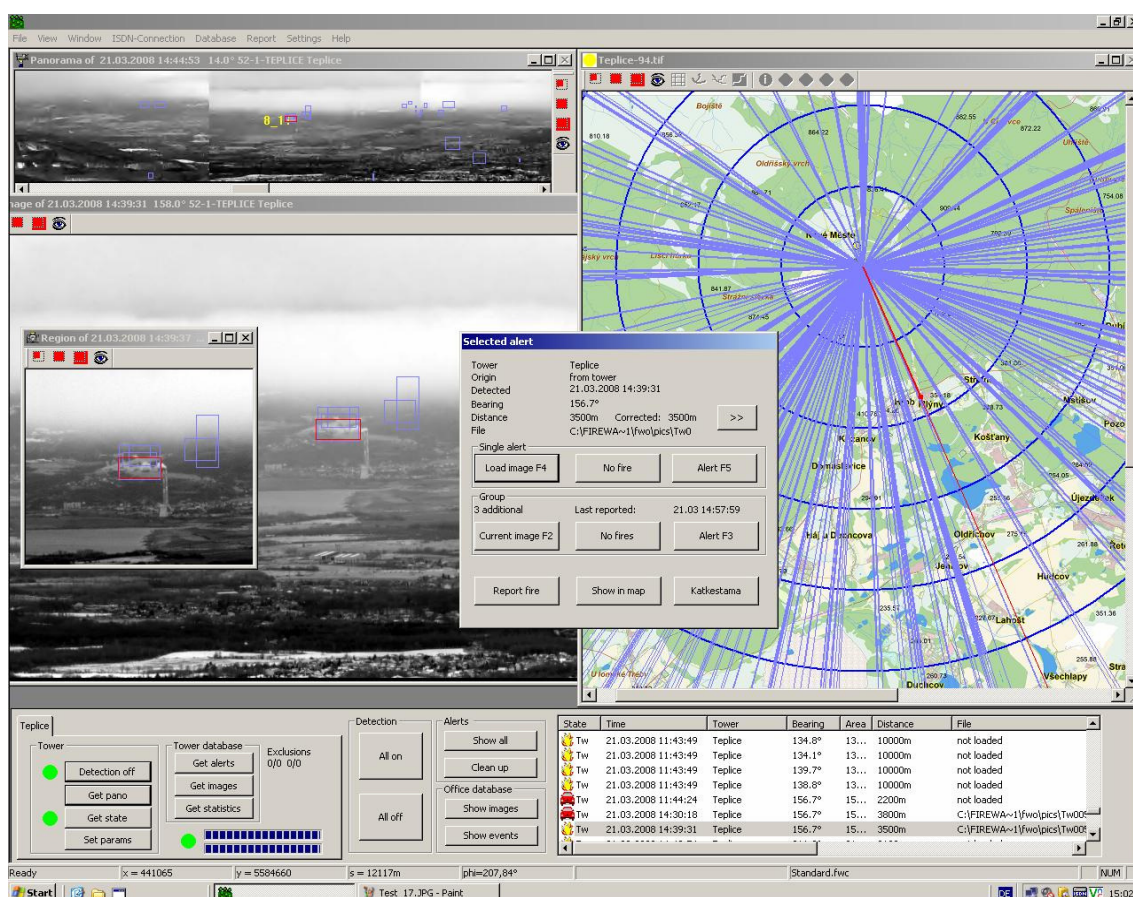


Obrázek č. 27 Ukázka vymezení plochy vyloučené z detekce kouře [31]

Všechny posuzované funkce systému včetně monitoringu, zpracování informací a jejich přenos na pracovní stanici dohledového střediska prostřednictvím datové sítě LAN a činnosti vyhodnocovacího programu probíhaly dle parametrů a popisů uváděných v manuálu. Provoz systému nebyl sledován obsluhou nepřetržitě, ale v pravidelných intervalech. V průběhu této fáze zkušebního provozu byly zaznamenány i některé zajímavé poznatky – vzhledem k tomu, že byla kamera umístěná na věži stanice HZS Ústeckého kraje v Teplicích, která se nachází v městské zástavbě, byla zaznamenána detekce kouře z nákladního automobilu v části města vzdálené 3,5 km, reakce systému na odlesky odraženého slunečního záření od skel automobilů nebo oken domů, které vyvolávaly, do jejich vyznačení k vyloučení z detekce, plané poplachy. V průběhu testování byl během přítomnosti zaškolené obsluhy, provádějící pravidelné vyhodnocování přijatých dat a jejich ukládání do archivu, zaznamenán také ostrý poplach, pálení izolace kabelů v okrajové části města.

Druhá etapa byla zahájena přemístěním pracovní stanice dohledového střediska na KOPIS HZS Ústeckého kraje v Ústí nad Labem. Komunikace mezi monitorovací věží na stanici HZS Ústeckého kraje v Teplicích a dohledovým střediskem bylo realizováno prostřednictvím linkového spojení telekomunikační sítě MPLS. Opětovně byly prověřeny základní funkcionality systému, spolehlivost datového přenosu včetně dálkové správy technického dozoru stavu provozních parametrů věže a změny nastavení parametrů. Tyto funkcionality a činnosti probíhaly v souladu s doporučeními výrobce systému.

Po ověření přenosu linkovým spojením byly komponenty technologie monitorovací věže přemístěny na stožár vysílacího bodu digitální radiokomunikační sítě PEGAS na kótu Bouřňák, lokalitu s předpokládaným umístěním jednoho monitorovacího stanoviště v reálném provozu v rámci návrhu využití systému v podmínkách Ústeckého kraje. Spojení mezi monitorovacím stanovištěm a dohledovým pracovištěm bylo realizováno technologií LiMAX - širokopásmovým CDMA rádiovým přenosem. Po zprovoznění všech komponentů systému a nastavení provozních parametrů a optimálního náklonu kamery byly prověřeny základní funkcionality systému a spolehlivost datového přenosu. Do databáze byla vložena data o katastrálních územích monitorovaného prostoru a do GIS mapové podklady. Kromě již zmiňovaných základních funkcí systému byly v této části zkušebního provozu testovány další činnosti vyhodnocovacího softwaru, přehlednost uspořádání a uživatelský komfort obsluhy.

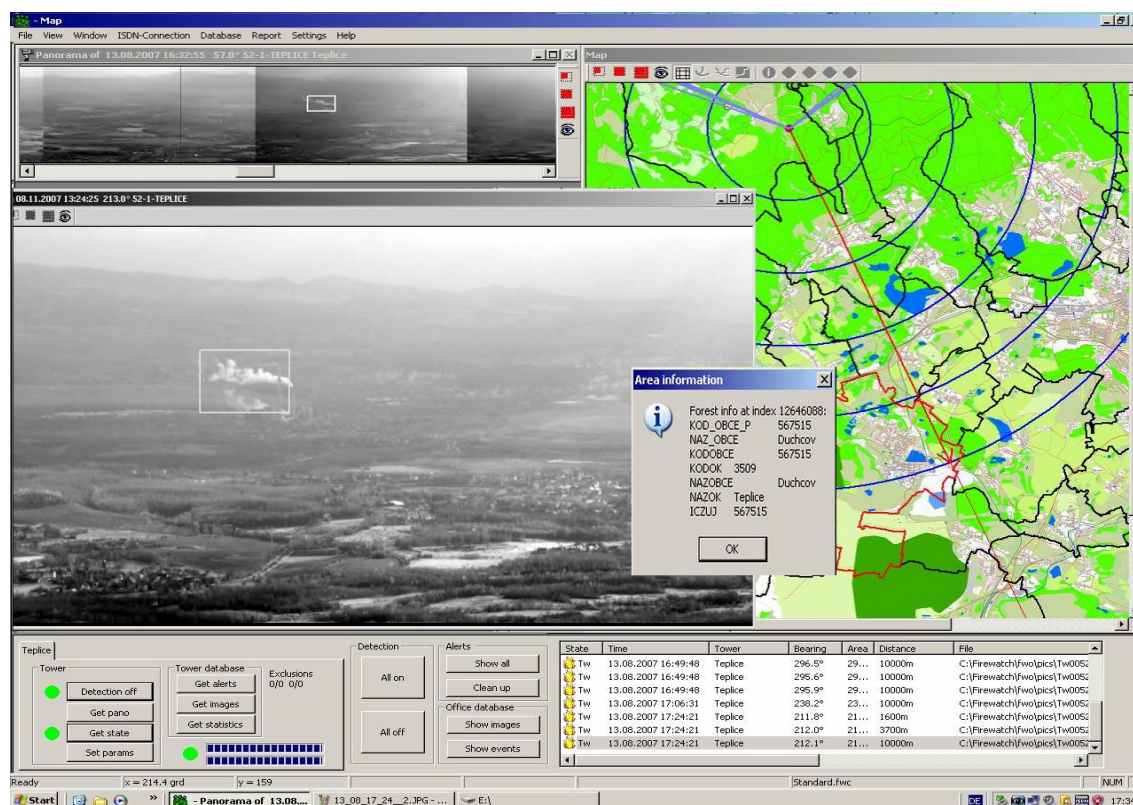


Obrázek č. 28 Zobrazení monitoru s vyhodnocovacím softwarem [31]

Ukázku zobrazení automatického přichozího panoramatického pohledu na krajinu a obrazové hlášení, včetně označení rozpoznávaných míst pravděpodobného místa požáru

(změny oproti předchozímu stavu) ve sledovaném obvodu na digitálních mapách ve vyhodnocovacím softwaru představuje obrázek č. 28. Dále jsou na obrázku patrná tlačítka základních ovládacích prvků programu a v pravé dolní části základní informace (datum a čas přijetí zprávy, data o věži, směr a vzdálenost od monitorovacího stanoviště, topografické souřadnice apod.) v textové podobě. Uživatel má několik variant získání informací o konkrétní přijaté zprávě - zvolením příslušného řádku textové informace dojde k aktivaci příslušného zobrazení polohy na panelu GIS a zároveň i v části panoramatického pohledu a naopak, zvolení jakéhokoli bodu v jednotlivých panelech vyvolá aktivaci zobrazení dat vztahujících se ke zvolené zprávě v panelech ostatních. Uživatel má díky této provázanosti k dispozici vždy komplexní informace o detekovaném místě. Aktivací přijaté zprávy systém automaticky nabídne další ovládací prvek, panel s tlačítky pro načtení detailního zobrazení detekovaného místa, jeho označení skutečným požárem nebo planým poplachem, zobrazení videosekvence apod.

Spolupráci programu s databází katastrálních dat pro získání informací o daném území znázorňuje obrázek č. 29. Pro vyvolání informačního panelu stačí uživateli provést kliknutí do prostoru detekovaného kouře jehož poloha je zobrazena na mapě.



Obrázek č. 29 Zobrazení informací o katastrálním území [31]

Postupně byly vyzkoušeny všechny dostupné funkcionality, systém byl průběžně sledován a vyhodnocován. Nepřetržité sledování nebylo realizováno vzhledem k omezeným početním stavům personálu KOPIS, plnění standardní úkoly v operačním řízení jednotek PO.

Vyhodnocení zkušebního provozu:

- vlastnosti systému uváděné výrobcem a dodavatelem odpovídaly skutečností zjištěným při reálném provozu;
- přenos dat mezi monitorovacím stanovištěm a dohledovým střediskem probíhal u všech typů spojení (LAN, linkové i rádiové) bez poruch;
- reakce systému na změny ve sledovaném prostoru – detekční činnost a zasílání změnových (poplachových stavů) bylo systémem prováděno automaticky a spolehlivě;
- snadno dostupné informace z databáze a vazba mezi jednotlivými panely umožňující zobrazení všech potřebných částí informační podpory pro komplexní přehled operátora, jednoduchost a variabilita zaměřování, určení vzdálenosti detekovaného místa a topografické informace byly kladně hodnoceny všemi zúčastněnými operátory. Rovněž uživatelsky přívětivě řešené uspořádání pracovní plochy a ovládacích prvků přispívají k jednoduché obsluze systému;
- z hlediska vyhodnocování provozních stavů vyžaduje systém soustavný, intenzivní dohled operátora a doporučení výrobce na personální obsazení jednoho operátora na sledování a vyhodnocování pěti monitorovacích stanovišť je oprávněné. Z tohoto důvodu není reálné provozovat při současném personálním obsazení a zatížení operačních důstojníků a techniků tento systém u HZS krajů, ale vybudování dohledových středisek a zajištění personálního obsazení realizovat u vlastníka lesů a provozovatele systému;
- při dalším vývoji programového vybavení by bylo vhodné zapracovat do systému zadávání hlášených pálení lesních porostů dle souřadnic a jejich následné zobrazení v informačních panelech včetně vymezení plochy požadované k vyloučení z detekce.

Z celkového posouzení systému FireWatch vyplývá, že zabezpečení prevence a boje s lesními požáry pomocí kamerových systémů je z hlediska technických možností, spolehlivosti, včasného upozorování a vyhodnocení vznikajícího požáru efektivním způsobem, jak tuto problematiku v budoucnu řešit.

6. NÁVRH VYUŽITÍ KAMEROVÝCH SYSTÉMŮ K DETEKCI LESNÍCH POŽÁRŮ V ÚSTECKÉM KRAJI

Návrh využití kamerových systémů k detekci lesních požárů v Ústeckém kraji je jednoduchou studií proveditelnosti realizace na základě získaných poznatků při zpracování diplomové práce. Při přípravě návrhu bylo postupováno takovým způsobem, aby byl návrh zpracován v hlavních bodech pro realizaci obou popisovaných systémů a mohl sloužit jako námět pro případnou diskusi o zavedení tohoto způsobu prevence lesních požárů v Ústeckém kraji a mohl být dále dobudován na území celé ČR. Konkrétní podoba projektu a přípravy výběrového řízení bude záviset na požadavcích a zadání případného investora a provozovatele systému. Z důvodu poskytnutých informací obchodního charakteru pouze od společnosti HSF Telekomunikace s.r.o. Sokolov, partnerské firmy společnosti IQ Wireless GmbH, Berlin, je v návrhu pro ilustraci ekonomické náročnosti zpracováno stanovení přibližných nákladů na zavedení a provoz systému FireWatch.

6.1. Stanovení plochy určené k monitoringu a detekce kouře

Stanovení plochy území lesních porostů s požadavkem na zajištění monitoringu a detekce kouře vycházelo z předpokladu zajištění celkové plochy území lesních porostů v Ústeckém kraji. Vzhledem k tomu, že podíl lesů z celkové plochy Ústeckého kraje 5 335 km² je 32,5 %, výsledná hodnota požadované plochy pro monitoring je 1 734 km². V návrhu nejsou řešeny některé plochy v oblasti s hustým osídlením obyvatelstva nebo v blízkosti frekventovaných pozemních komunikací a malé plochy lesních porostů na hranicích se sousedními kraji, u kterých se předpokládá pokrytí v případné navazující etapě celorepublikového pokrytí.

6.2. Výběr vhodných lokalit a stanovení potřebného množství monitorovacích věží

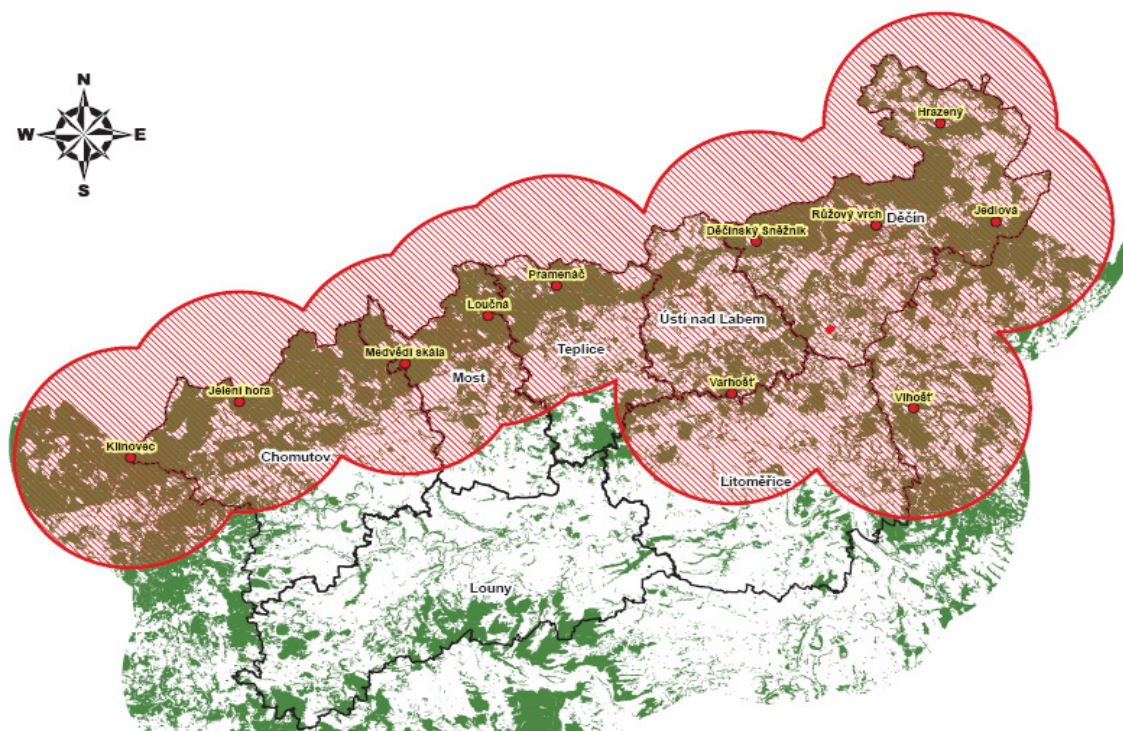
Vzhledem k charakteru území pokrytého lesními porosty v Ústeckém kraji nelze použít ke stanovení potřebného množství monitorovacích věží a pro výběr vhodných lokalit pro umístění technologií monitorovacích věží zjednodušeného teoretického výpočtu. Proto byl zvolen postup výběru vhodných lokalit monitorovacích věží na základě kartografických podkladů GIS v kombinaci s místními znalostmi terénu a byl záměrně rozdělen do dvou variantních řešení.

6.2.1. Ideální varianta pokrytí území

Pro variantu ideálního pokrytí požadovaného monitorovaného prostoru byly stanoveny základní parametry nadmořská výška a vzdálenost mezi jednotlivými lokalitami do 30 kilometrů. Tyto parametry byly zvoleny z důvodu potřeby umístění monitorovacích stanovišť na pokud možno nejvyšších bodech v příslušném prostoru určenému ke sledování a deklarované spolehlivosti detekce kouře kamerou na vzdálenost 15 km, při vhodných podmínkách max. 40 km. Vybrané lokality uvádí tabulka č. 4 a jejich polohu s mapou pokrytí prostoru uvádí obrázek č. 30.

Lokalita	Nadm.v.[m]	GPS souřadnice
Klínovec	1244	Loc: 50°23'46.752"N, 12°58'1.822"E
Jelení hora	994	Loc: 50°29'25.151"N, 13°9'32.202"E
Medvědí skála	924	Loc: 50°34'14.139"N, 13°27'53.745"E
Loučná	956	Loc: 50°38'52.644"N, 13°36'34.273"E
Pramenáč	909	Loc: 50°41'56.903"N, 13°43'54.578"E
Děčínský Sněžník	723	Loc: 50°47'28.936"N, 14°6'12.816"E
Růžovský vrch	619	Loc: 50°49'58.938"N, 14°19'49.531"E
Varhošť	639	Loc: 50°35'25.709"N, 14°6'1.344"E
Vlhošť	614	Loc: 50°36'9.35"N, 14°27'14.341"E
Jedlová	774	Loc: 50°51'22.648"N, 14°33'38.958"E
Hrazený	608	Loc: 50°58'33.568"N, 14°25'32.472"E

Tabulka č. 4 Přehled vhodných lokalit ideálního pokrytí



Obrázek č. 30 Mapa monitorovacích stanovišť ideálního pokrytí

Tato varianta rozmístění monitorovacích věží zajišťuje téměř 100% pokrytí požadované plochy lesních porostů, ale při realizaci projektu by znamenala navýšení ekonomických nákladů, neboť pouze u čtyř lokalit (Klínovec, Děčínský Sněžník, Varhošť a Jedlová) je možné využít stávajících objektů (stožárů, věží) k umístění monitorovací technologie a je zde zajištěn přívod elektrické energie. U ostatních lokalit by musela být součástí dodávky zařízení kombinace alternativních zdrojů elektrické energie a stavba stožáru. Obrazová dokumentace zobrazující letecké snímky jednotlivých lokalit je uvedena v [příloze č. 1](#).

6.2.2. Varianta dostatečného pokrytí území

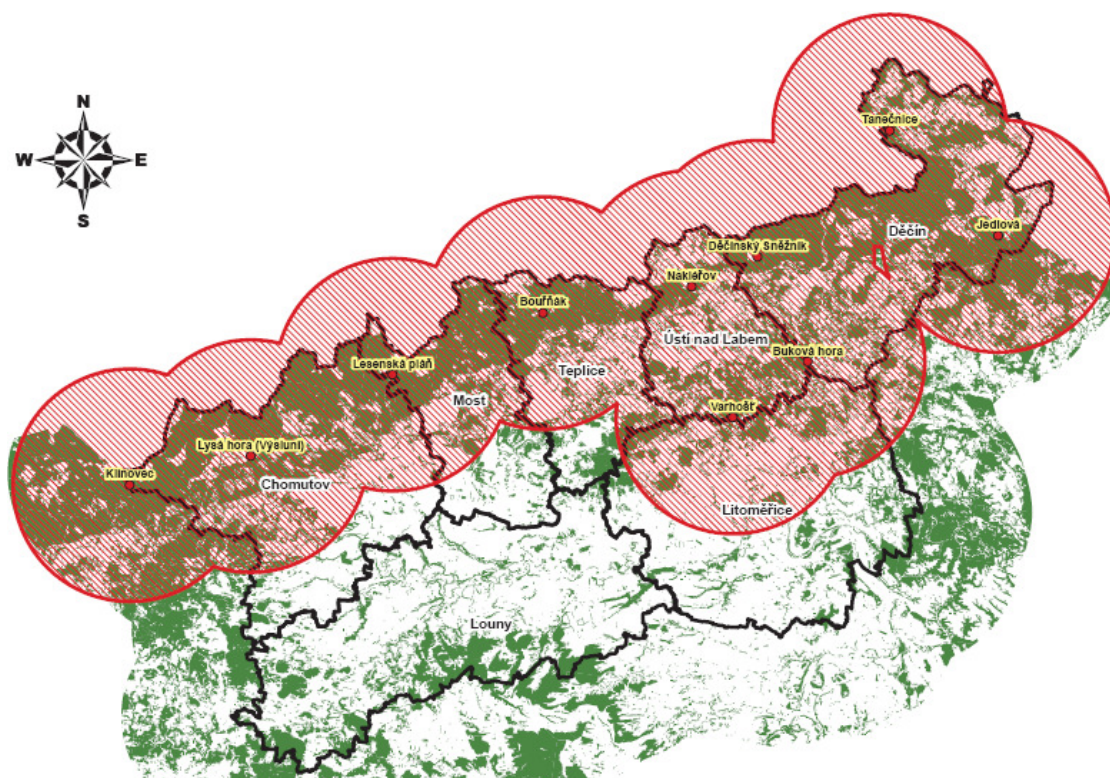
Jednotlivé lokality pro instalaci detekčních zařízení byly v této variantě vybrány tak, aby z nich byl největší možný dohled v závislosti na místních topografických podmínkách a byla dodržena podmínka vzdálenosti mezi jednotlivými lokalitami do 30 kilometrů. Další podmínkou pro výběr byla existence již vybudovaných objektů vhodných k umístění monitorovací technologie (stožárů vysílacích bodů digitální radiokomunikační sítě PEGAS, věže mobilních operátorů nebo rozhledny) a zajištěný zdroj napájecího napětí 230 V. Při výběru vhodných lokalit byla kromě kartografických podkladů GIS provedena rekognoskace terénu a využity místní znalosti. Lokality splňující výše uvedené podmínky uvádí tabulka č. 5.

Umístění	Nadm.v. [m]	GPS souřadnice
Klínovec	1244	Loc: 50°23'46.752"N, 12°58'1.822"E
Lysá hora (Výsluní)	875	Loc: 50°27'21.573"N, 13°11'26.553"E
Lesenská pláň - Lesná	911	Loc: 50°34'8.512"N, 13°25'57.609"E
Bouřňák	832	Loc: 50°41'05,2"N, 13°42'28,1"E
Děčínský Sněžník	723	Loc: 50°47'28.936"N, 14°6'12.816"E
Buková hora	683	Loc: 50°40'18.142"N, 14°13'44.162"E
Nakléřov	703	Loc: 50°44'36,0"N, 13°59'08,0"E
Jedlová	774	Loc: 50°51'22.648"N, 14°33'38.958"E
Tanečnice	597	Loc: 50°58'5.722"N, 14°19'28.593"E
Varhošť	639	Loc: 50°35'25.709"N, 14°6'1.344"E

Tabulka č. 5 Přehled vhodných lokalit dostatečného pokrytí

Toto variantní řešení rozmístění monitorovacích věží zajišťuje více jak 90% pokrytí požadované plochy lesních porostů a při realizaci projektu nebude, kromě provozních nákladů zahrnujících i případné platby za pronájem prostoru na těchto objektech, vyžadovat další navýšení ekonomických nákladů. Obrazová dokumentace zobrazující letecké snímky jednotlivých lokalit je uvedena v [příloze č. 2](#). Mapa

dostatečného pokrytí je uvedena na obrázku č. 31. Skutečná plocha monitorovaná kamerovým systémem bude vzhledem k vyššímu skutečnému dosahu kamer větší, resp. na mnoha místech bude zajištěna detekce z více směrů. Vzhledem k maloplošným územím s výskytem lesních porostů v některých částech Ústeckého kraje na hranicích s jinými kraji ČR je předpokládáno monitorování tohoto území v další etapě, při dobudování systému v celé ČR.



Obrázek č. 31 Mapa monitorovacích stanovišť dostatečného pokrytí

Vzdálenosti navržených lokalit monitorovacích stanovišť uvádí obrázek č. 32.



Obrázek č. 32 Vzdálenosti navržených lokalit monitorovacích stanovišť

6.2.3. Stanovení počtu dohledových středisek

Ke stanovení počtu dohledových středisek lze přistoupit z několika hledisek. Pokud bude mít zadavatel a uživatel systému požadavek na vybudování jednoho dohledového střediska vždy pro jednu až dvě lesní správy resp. lesní závody v rámci regionálního členění státního podniku Lesy ČR, lze postupovat dle tabulky č. 6 podávající návrh respektující toto hledisko.

Umístění	Nadm.v. [m]	Dohledové středisko
Klínovec	1244	Klášterec
Lysá hora (Výsluní)	875	Klášterec
Lesenská pláň - Lesná	921	Litvínov
Bouřňák	832	Litvínov
Děčínský Sněžník	723	Děčín
Buková hora	683	Děčín
Nakléřov	703	Děčín
Jedlová	774	Rumburk
Tanečnice	597	Rumburk
Varhošť	639	Litoměřice

Tabulka č. 6 Návrh č. 1 na stanovení počtu dohledových středisek

Vzhledem k technickým možnostem systému, přenosových komunikačních cest a optimalizaci lidských zdrojů potřebných k zajištění bezproblémového provozu a vyhodnocování přijímaných informací by bylo výhodnější z hlediska ekonomického zatížení a z hlediska systémového řešení v návaznosti na další etapu, znamenající dobudování systému kamerové detekce lesních požárů v celé ČR, soustředit do jednoho dohledového střediska přenášené informace z většího počtu věží. V případě Ústeckého kraje by bylo výhodné vybudování jednoho dohledového střediska vybaveného dvěma pracovními stanicemi nebo dvou dohledových středisek vybavených po jedné pracovní stanici. Zde by byla možnost rozšíření počtu pracovních stanic pro případ realizace další etapy a z ní vyplývajícího výhodnějšího řešení přenosu dat do tohoto střediska ze sousedních krajů.

V případě systému FireWatch by bylo v budoucnu zajímavé propojení systému v rámci příhraniční spolupráce, zejména v oblasti Děčínska, ale i Krušných hor, neboť v sousední oblasti Sasko je tento systém postupně budován.

6.2.4. Stanovení přibližných nákladů a možnosti financování.

V rámci diplomové práce není cílem zpracování konkrétní detailní cenové kalkulace na zavedení systému, ale stanovit základní představu přibližných finančních nákladů na zavedení a provoz systému kamerových detekčních systémů. Vzhledem k tomu, že byly poskytnuty informace obchodního charakteru pouze od společnosti HSF Telekomunikace s.r.o. Sokolov, partnerské firmy společnosti IQ Wireless GmbH, Berlin, je v návrhu pro ilustraci ekonomické náročnosti zpracováno stanovení přibližných nákladů na zavedení a provoz systému FireWatch pro jedno variantní řešení.

Cenová kalkulace je zpracována pro systém FireWatch a zvolenou variantu vhodných lokalit podle dostatečného pokrytí, tedy bez dalších finančních požadavků na vybudování stožárů a zajištění elektrické energie a vychází z cen jednotlivých komponent systému.

<u>Sestavy komponent pro projekt FireWatch Ústecký kraj</u>			
<u>Sestava</u>	<u>Komponenta</u>	<u>Cena</u>	
Monitorovací věž:	Detekční jednotka Komunikátor Instalace		
Cena sestavy		130 000	€
Dohledové středisko:	Dohledové pracoviště Komunikátor Komunikační koncentrátor Komunikační násobič Instalace		
Cena sestavy		55 000	€
Počet monitorovacích věží	10	1 130 000	€
Počet dohledových středisek:	2	110 000	€
Celková cena sestavy		1 240 000	€
Celková cena sestavy v Kč	Duben 2008	31 000 000	Kč

Roční provozní náklady na zajištění servisní činnosti a revizí, údržbu systému a stanovené poplatky jsou pro Ústecký kraj odhadovány ve výši 1 220 000 Kč. Celkové roční provozní náklady při dokončení zavedení celoplošného monitorování v rámci celé ČR (80 až 90 monitorovacích stanovišť) by neměly přesáhnout 11 000 000 Kč.

Konečná podoba cenové kalkulace bude pravděpodobně odlišná. Vlastní realizaci ovlivní celá řada faktorů, zejména:

- konkrétní podoba projektu závislá na požadavcích a zadání investora a budoucího provozovatele systému;
- vývoj v oblasti obchodní politiky firem, zabývajících se detekčními kamerovými systémy;
- vývoj kurzů světových měn;
- konkurenční prostředí a výsledek výběrového řízení na dodavatele systému;
- konkrétní podoba servisní smlouvy apod.

Vzhledem k faktu, že by kamerový systém detekce lesních požárů měl nahradit hlídkovou činnost LHS a včasným zpozorováním, vyhodnocením a vysláním jednotek PO dojde ke snížení přímých i nepřímých ekonomických ztrát, mělo by být hlavním efektem zavedení systému zabezpečení efektivních a dostatečně účinných opatření a snížení nákladů v boji s lesními požáry.

Jak vyplývá z uvedené cenové kalkulace pro systém FireWatch, jsou poměrně vysoké pořizovací náklady na nákup a instalaci zařízení. Z tohoto důvodu by bylo vhodné využít dotací EU k financování realizace zavedení kamerových systémů k detekci lesních požárů v ČR. Po ukončení projektu Forest Focus, tedy po konci roku 2006, jsou opatření spolufinancovaná z Forest Focus a související s monitorováním a informacemi převzata a pokračují jako LIFE+, nový finanční nástroj pro životní prostředí. Realizace projektu v ČR by mohla být spolufinancována z nového Nařízení pro rozvoj venkova (Nařízení Komise č. 1698/2005 z 20. 9. 2005) a z některých spolufinancujících fondů z nového strukturálního fondu. Příkladem může být *“Program rozvoje venkova České republiky na období 2007 až 2013”*, z něhož je uveden v [příloze č. 3](#) výňatek (strana 116 a 117) [29].

Závěr

Diplomová práce byla zpracována za účelem posouzení možnosti praktického využití kamerových systémů k monitoringu a detekci požárů v ČR a Ústeckém kraji a vypracování podkladů pro návrh realizace aplikace tohoto systému v topografických podmínkách Ústeckého kraje.

V úvodní části diplomové práce je provedena analýza problematiky lesních požárů v ČR a Ústeckém kraji za poslední období a postoj EU k problematice prevence lesních požárů. Lesní požáry jsou v Evropě i ČR považovány za vážný problém, neboť způsobují značné společenské sociálně - ekonomické škody, ohrožují životy lidí, budovy a sídla, ničí obrovské materiální hodnoty, produkční i mimoprodukční funkce lesů.

Vzhledem k tomu, že současné zabezpečení v oblasti prevence je zaměřeno zejména na zabezpečení hlídkové činnosti LHS a jsou zde vynakládány každý rok nemalé finanční prostředky, zabývá se další část diplomové práce zmapováním nových trendů v oblasti detekce a monitoringu, zejména využití komunikačních a informačních technologií k řešení prevence a boje s lesními požáry. Jsou zde popsány nové možnosti ve využití družicových a informačních systémů aplikované ve světě a EU.

Nejobsáhlejší část je věnována pozemním kamerovým systémům využívaným k monitoringu a detekci lesních požárů, které v posledním období zaznamenaly ve světě významné rozšíření. Jejich výhodou je zejména schopnost okamžité detekce i malých vznikajících ohnisek a v součinnosti s technologií dohledových středisek i včasná reakce a nasazení výjezdových jednotek určených k jejich likvidaci. Z tohoto důvodu jsou podrobněji popsány dva ve světě nejrozšířenější systémy ForestWatch a FireWatch včetně jejich základního porovnání. V další části jsou popsány poznatky a zhodnocení zkušebního provozu systému FireWatch, který byl za účelem seznámení s praktickým provozem zapůjčen na HZS Ústeckého kraje.

Hlavní přínosy této práce spočívají:

- ve zmapování situace v oblasti nových komunikačních technologií používaných k detekci a monitoringu lesních požárů a popisu pozemních kamerových systémů pracujících v rutinním provozu v zahraničí. Tato část může být využita k seznámení širšího okruhu laické i odborné veřejnosti s danou problematikou;

- v ověření schopností kamerových systémů zabezpečovat spolehlivě funkci preventivního systému monitorujícího velké území včetně rychlého a kvalifikovaného vyhodnocení a umožňujícího včasné nasazení výjezdových jednotek určených k jejich likvidaci a tím přispívajícího k minimalizaci škod;
- v posouzení vhodnosti použití kamerového systému v podmínkách Ústeckého kraje a zpracování návrhu na využití kamerových systémů k detekci lesních požárů v Ústeckém kraji.

Návrh je zpracován v závěrečné části diplomové práce a mohl by být realizován v Ústeckém kraji ve formě pilotního projektu pro další rozšíření na oblasti s nebezpečím lesních požárů v celé ČR a nahradit hlídkovou činnost prováděnou v rámci systému LHS, případně by mohl být využit k pokračování diskuse odborné veřejnosti o zavedení tohoto způsobu prevence lesních požárů v ČR. Tato diskuse byla zahájena v rámci zkušebního provozu zahájeného v Ústeckém kraji na stanici HZS Ústeckého kraje v Teplicích. K představení systému byl uspořádán praktický seminář za účasti zástupců Ministerstva zemědělství, státního podniku Lesy ČR, Krajského úřadu Ústeckého kraje, HZS Ústeckého kraje a dalších subjektů. Dále proběhlo několik jednání se zástupci státních podniků Lesy ČR a Vojenské lesy a statky ČR, na kterých byla projednávána možnost praktického využití v rámci celé ČR a předávány informace o průběhu zkušebního provozu. Výsledkem je zájem ze strany ředitelství státního podniku Lesy ČR o realizaci projektu za předpokladu úhrady vstupních investičních nákladů z dotací EU, potvrzený v roce 2007 dopisem generálního ředitele státního podniku Lesy ČR.

Seznam použité literatury

- [1] Pokyn generálního ředitele HZS ČR a náměstka ministra vnitra č. 40/2001, kterým se vydává Bojový řád jednotek požární ochrany, ve znění Pokynu generálního ředitele HZS ČR a náměstka ministra vnitra č. 12/2006, metodický list č. 21 kapitoly P – Lesní požáry.
- [2] FOREST FIRES IN EUROPE 2005, Report No 6, EUR 22312 EN © European Communities 2006, Official Publication of the European Commission.
- [3] Statistické ročenky MV–generální ředitelství HZS ČR - přílohy časopisu 150 resp.112.
- [4] Data z modulu SSU Ústeckého kraje.
- [5] Ročenka 2006 Správy Národního parku České Švýcarsko.
- [6] Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon), ve znění pozdějších předpisů.
- [7] Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů.
- [8] Směrnice o hlídkové činnosti prováděné leteckou technikou a hašení lesních požárů.
- [9] Franc, R. *Využití letecké techniky k hlídkové činnosti a k hašení lesních požárů* 112 - odborný časopis požární ochrany, IZS a ochrany obyvatelstva č.9/2006.
- [10] Konspekt odborné přípravy jednotek požární ochrany č. 1-3-03 Využití letecké techniky k leteckému hašení požárů lesních a travnatých porostů.
- [11] Global Fire Monitoring: Use of MODIS Near-real-time Satellite Data [Globální monitoring požárů: Využití družicových dat v téměř reálném čase MODIS] / By Diane Davies and Suresh Kumar. - In: GIM int. - ISSN 1566-9076. - Roč.18, č.4 (2004).
- [12] Automated Forest Fire and Flood Hazard Protection System [Automatizovaný systém ochrany před riziky lesních požárů a záplav] / By Kostas D. Kalabokidis. - In: Geoinform. - ISSN 1387-0858. - Roč.7, č.2 (2004).
- [13] BIRD - A DLR Small Satellite Mission for the Investigation of Vegetation Fires and Vegetation Condition, dostupné z www: http://www.fire.uni-freiburg.de/iffn/tech/tech_9.htm.
- [14] PowerPoint presentation [Automated smoke detection \(13.1MB\)](#), Dr. Ekkehard Kuhrt, German Aerospace Centre (DLR), dostupná z www: <http://fire.feric.ca/>.

- [15] Forest Fires in Europe 2006, Joint Research Centre, ISSN 1018-5593, Report No 7 / 2006.
- [16] www stránky EFFIS: <http://effis.jrc.it/>.
- [17] BIG BROTHER HELPS FIGHT FIRES [BIG BROTHER - POMÁHÁ BOJOVAT S POŽÁRY], Bushfire Bulletin Volume 28 (2006) No 2. Dostupný z www: http://www.rfs.nsw.gov.au/dsp_content.cfm?CAT_ID=510.
- [18] FIRE WATCH – Systembeschreibung Version 2.0, IQ wireless GmbH, Bestellnr.: AC 400 088.29-00.
- [19] Prezentace FireWatch, dostupná z www: <http://www.fire-watch.de>.
- [20] Informační portál systému FireWatch na www: <http://www.fire-watch.de>.
- [21] www stránky společností Envirovision Solutions, <http://www.evsolutions.biz>.
- [22] Informační portál systému ForestWatch na www: <http://www.eagleeyeprotection.com>.
- [23] Operational trial of the ForestWatch wildfire smoke detection system, Advantage Report Vol. 6 No. 17 June 2005, dostupný z www: <http://fire.feric.ca>.
- [24] Prezentace ForestWatch, DVD Eagle Eye Protection.
- [25] „Strategic Review of the Wildfire Detection Programme Jan 2004“ p. 35, dostupný z www: <http://www.eagleeyeprotection.com>.
- [26] Statistická ročenka MV–generální ředitelství HZS ČR – příloha časopisu 112, odborného časopisu požární ochrany, IZS a ochrany obyvatelstva č. 3/2006.
- [27] http://zpravy.idnes.cz/foto.asp?c=A060723_101557_krimi_jan&strana=1&r=krimi&foto=AD1488e3_REPO_PORrr.JPG&,
<http://www.oshdecin.estranky.cz/fotoalbum/ceske-svycarsko-2006/pozar-v-np-ceske-svycarsko>.
- [28] <http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/gallery/?2008035-0204>.
- [29] Program rozvoje venkova České republiky na období 2007 až 2013 dostupný z www: <http://www.relief.cz/download/program-rozvoje-venkova-2-2007.pdf>.
- [30] Dokumentace KOPIS HZS Ústeckého kraje.
- [31] Obrazová dokumentace zkušebního provozu na KOPIS HZS Ústeckého kraje.

Použité zkratky

KOPIS	- krajské operační a informační středisko
HZS	- hasičský záchranný sbor
HZS ČR	- Hasičský záchranný sbor České republiky
OPIS	- operační a informační středisko
ČR	- Česká republika
PO	- požární ochrana
MPLS	- Multi Protokol Label Switching
EU	- Evropská unie
MV	- ministerstvo vnitra
LHS	- letecká hasičská služba
GIS	- geografický informační systém
EFFIS	- the European Forest Fires Information System (Evropský informační systém o lesních požárech)
MODIS	- Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
NASA	- National Aeronautics and Space Administration (Národní úřad pro letectví a kosmonautiku)
GSFC	- <u>G</u> oddard <u>S</u> pace <u>F</u> light <u>C</u> enter
CCD	- Charge-Coupled Device (zařízení s vázanými náboji, elektronická součástka používaná pro snímání obrazové informace)
CDMA	- Code Division Multiple Access (metoda digitálního multiplexování)
ISDN	- Integrated Services Digital Network (digitální komunikační síť s integrovanými službami)
LAN	- Local Area Network (lokální, místní počítačová síť)
ADSL	- Asymmetric Digital Subscriber Line (asymetrická digitální účastnická linka)
USA	- United States of America (Spojené státy americké)

Seznam příloh

- Příloha č. 1** Obrazová dokumentace lokalit varianty maximálního pokrytí požadovaného monitorovaného prostoru.
- Příloha č. 2** Obrazová dokumentace lokalit varianty dostatečného pokrytí požadovaného monitorovaného prostoru.
- Příloha č. 3** Program rozvoje venkova České republiky na období 2007 až 2013
- výňatek (strana 116 a 117).